Costruire Diverte

rivista mensile di

tecnica elettronica

Novembre 1962

spedizione in abbonamento postale gruppo III

una copia L. 200

6

Anno IV - Nuova Serie

VOLETE MIGLIORARE LA VOSTRA POSIZIONE?

Inchiesta internazionale dei B.T.I. - di Londra - Amsterdam - Cairo - Bombay - Washington

— Sapete quali possibilità offre la conoscenza della lingua Inglese? ....

— Volete imparare l'inglese a casa Vostra in pochi mesi? ....

— Sapete che è possibile conseguire una LAUREA dell'Università di Londra studiando a casa Vostra? ....

— Sapete che è possibile diventare **INGEGNERI**, regolarmente **ISCRITTI NEGLI ALBI BRITANNICI**, superando gli esami in Italia, senza obbligo di frequentare per 5 anni il politecnico? ....

— Vi piacerebbe conseguire il DIPLOMA in Ingegneria aeronautica, meccanica, elettrotecnica,, chimica, petrolifera, **ELETTRONICA, RADIO-TV, RADAR,** in soli due anni? ....

Scriveteci, precisando la domanda di Vostro interesse. Vi risponderemo immediatamente.

BRITISH INST. OF. ENGINEERING TECHN.

ITALIAN DIVISION - VIA P. GIURIA 4/D - TORINO

Conoscerete le nuove possibilità di carriera, per Voi facilmente realizzabili - Vi consiglieremo gratuitamente.

GRATIS

Inviando questo tagliando verrà spedito **GRATIS** e senza impegno, il ns. catalogo illustrato, e due schemi per apparecchi a 5 e 7 trans., nonchè una descrizione dettagliata della scatola di montaggio.

Completa di auricolare per ascolto personale e di elegante borsa - custodia.

LIRE 13.500

Spedizione compresa
(Per invio in contrassegno L. 200 in più)

Vogliate inviarmi, SENZA IMPEGNO, maggiori dettagli sulla Vs/ scatola di montaggio. Inoltre gradirei avere GRATIS il Vs/ catalogo illustrato e i due schemi per apparecchi a 5 e 7 transistors.

NOME ....

COGNOME ....

Via .... N. ....

Città ....

Provincia ....

CD

Supereterodina a 7 transistors + diodo per la rivelazione.
Telaio a circuito stampato.
Altoparlante magnetodinamico ad alto rendimento acustico, Ø mm 70.
Antenna in ferroxcube incorporata mm. 3,5 x 18 x 100.
Scala circolare ad orologio.
Frequenze di ricezione 500 ÷ 1600 kc.
selettività approssimativa 18 db per un disaccordo di 9 kc.
Controllo automatico di volume.
Stadio di uscita in controfase.
Potenza di uscita 300 mW a 1kHz.
Sensibilità 400 μ V/m per 10 mW di uscita con segnale modulato a 30% frequenza di modulazione 1kHz.
Alimentazione con batteria a 9 V.
Dimensioni: mm. 150 x 90 x 40.
Mobile in polistirolo antiurto bicolore.

S. CORBETTA
Via G. Cantoni, 6 - Tel. 48.25.15

IL NUOVO CATALOGO DELLA DITTA

M. MARCUCCI & C.

Centinaia e centinaia di voci illustranti nuovi articoli ed utilissimi accessori. Vi troverete anche parti speciali per trasmissione e radioamatori, nonchè materiali in miniatura e subminiatura.

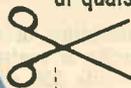
ATTENZIONE

Ai lettori della presente rivista che acquistano il catalogo allegando il presente talloncino, verranno accordati sconti per rivenditori. ACQUISTATELO! per far ciò basta versare L. 800 seguendo uno dei seguenti metodi:

1) Compilare un modulo di versamento sul conto corrente postale 3/21435
2) Inviare Vaglia postale
3) Inviare assegno circolare

Intestati a Ditta M. MARCUCCI & C. Via F.lli Bronzetti, 37 MILANO

Non restate sprovvisti di questa utilissima guida per il rintraccio di qualsiasi parte e per lo studio dell'elettronica.

RITAGLIARE E SPEDIRE IN UNA BUSTA O INCOLLATO SU CARTOLINA POSTALE

SPETT. DITTA M. MARCUCCI & C.
Via F.lli Bronzetti, 37 - MILANO

Desidero ricevere il Vostro catalogo generale, e fruire degli sconti PER RIVENDITORI come da Vs. offerta.

Ho versato l'importo ....

Sig. .... **Città** ....

Via .... **N.** ....

Costruire Diverte

Rivista mensile di

tecnica elettronica

Spedizione in abbonamento postale gruppo III

Una copia L. 200

Direttore responsabile
G. MONTAGUTI

Direzione - Redazione - Amministrazione
Via Centotrecento, 18
Tel. 227.838
Bologna

Progettazione grafica
G. Montaguti

6

Anno IV - Nuova Serie

sommario

Stampata in collaborazione dalle tipografie

Grafica Due Torri - Via Saragozza, 43
Bologna

Montaguti - Via A. Manzoni, 18
Casalecchio di Reno

Disegni
R. Grassi

Zinchi
Fotoincisione Soverini
Via Santa, 9/c - Bologna

Distribuzione:
Concess. escl. per la diffusione in Italia ed all'estero:
G. Ingoglia
Via Gluck, 59 - Milano
Telef. 675.914/5

E' gradita la collaborazione dei Lettori. - Tutta la corrispondenza deve essere indirizzata a: « SETEB s.r.l. » Via Centotrecento, 18 - Bologna. - Tutti i diritti di riproduzione e traduzione sono riservati a termini di legge. - Autorizzazione del Tribunale di Bologna in data 23 giugno 1962, n. 3002. - Spedizione in abbonamento postale, Gruppo III. - Abbonamento per 1 anno L. 2000. Numeri arretrati L. 200. - Per l'Italia versare l'importo sul Conto Corrente Postale 8/9081 intestato a S.E.T.E.B. s.r.l. - Abbonamenti per l'estero il doppio. - In caso di cambio di indirizzo inviare L. 50. - Listino prezzi delle pagine pubblicitarie: 1 pagina mm. 140 x 210 L. 40.000 a 2 colori - 1/2 pagina mm. 140 x 100 L. 25.000 a 2 colori - 1/4 di pagina mm 70 x 100 L. 15.000 con stampa a 2 colori - 1-2-3 pagina di copertina L. 50.000 con stampa a 2 colori. Eventuali bozzetti, disegni, clichés per le pubblicità da fatturare al costo.

Il Direttore

il "calcolatore"

Come s'è detto nel numero precedente, si parlerà di logica elettronica e di calcolatori: naturalmente la materia, vastissima e profonda, verrà schematizzata e trattata per concetti essenziali: ciò valga per gli ignari che, dopo aver letto, non si illudano di aver appreso abbastanza o si tengano per bacalari ponendosi in cattedra a guisa di gufi sapienti, e valga anche a che non sorridano con sufficienza i Soloni. Che è dunque un calcolatore e a cosa serve?

Non affrontiamo per ora il lato filosofico del problema e restiamo in campo tecnico senza neppure preoccuparci di come esso è fatto dentro; raffiguriamolo come una macchina dotata di certe proprietà, capace di ricevere informazioni grezze e di restituire dati elaborati.

Vediamo quindi cosa serve questa macchina e come essa può inserirsi in un ciclo operativo.

Entriamo in una azienda, in un ufficio, in una banca: decine di impiegati si affannano a far di conto, a prendere decisioni, a elaborare numeri: il calcolatore può vantaggiosamente affiancarsi a questi uomini, affrancandoli da un banale lavoro di computo e nobilitando le loro funzioni.

Lasciamo questi impiegati ai loro affanni quotidiani e andiamo a far visita al professor Luminaris.

Egli ha un congresso a Berlino tra un mese e mezzo e ha sviluppato una rivoluzionaria teoria sui colloidi; è anche riuscito a dare una forma matematica alle Sue intuizioni, ma è in grave imbarazzo: neppure in tre anni sarebbe in grado di controllare se i dati rilevati in laboratorio da centinaia di osservazioni su decine di colloidi sono in accordo con le equazioni. Le equazioni!

Ci sono integrali e funzioni differenziali che vanno iterate per almeno cento valori diversi di α; ma come fare? Non sorrida quel Lettore con la faccia furba: hanno capito anche gli altri: il calcolatore elettronico con le sue formidabili capacità permetterà di avvalorare la teoria del professor Luminaris consentendogli un brillante successo a Berlino, o eviterà allo Scienziato di battere una strada rivelatasi inesatta.

Una rapida puntata a una base spaziale: è cominciato il conteggio a rovescio, e a ogni cifra qualcosa di un gigantesco meccanismo scatta, fino al momento del lancio. Infine quando l'uomo è nello spazio ogni correzione alla traiettoria del suo veicolo e tutti i dati forniti o registrati sono controllati da calcolatori elettronici.

Chi, se non una di queste fulminee macchine sarebbe in grado di prendere una decisione quasi istantanea, frutto di complicate argomentazioni numeriche?

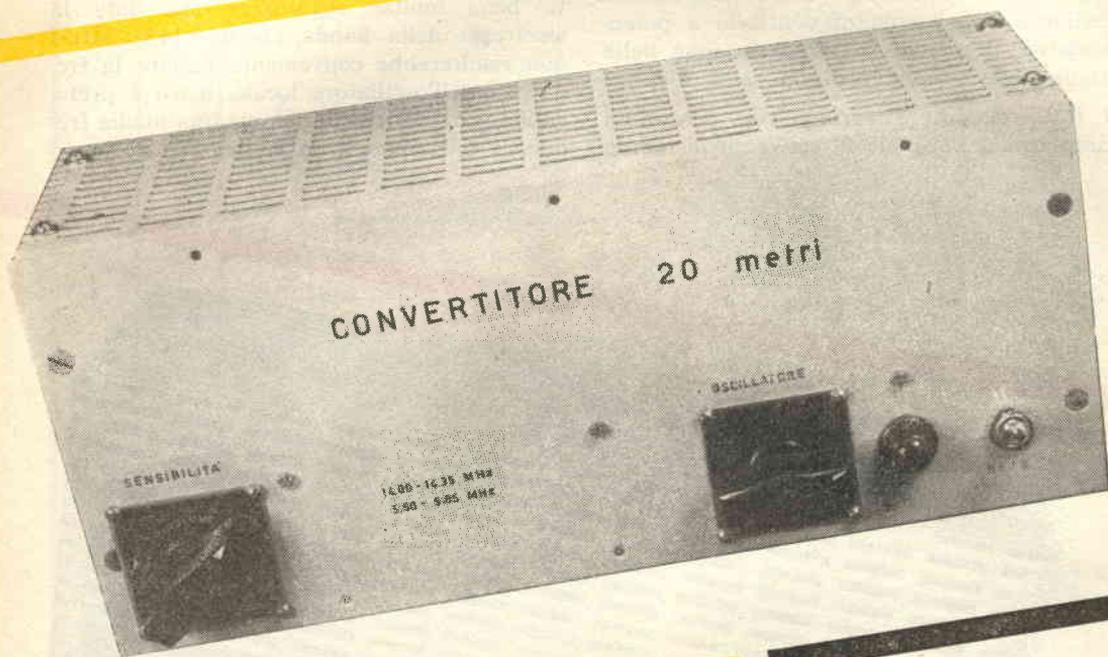
E ancora rechiamoci in una cartiera, in una raffineria, in un cementificio; gli addetti alle regolazioni dei processi produttivi controllano la qualità e la costanza del prodotto leggendo temperature, pressioni, velocità, densità, su termometri, manometri e simili apparecchiature, operando le opportune correzioni sugli elementi di governo (bruciatori, rubinetti, compressori, turbine).

Ma è assai duro tener d'occhio tutte le lancette e tutti gli indicatori e prendere per tempo le decisioni opportune; se una macchina per carta («continua») si ferma, occorrono ore per rimettere tutto a punto; e una cattiva regolazione delle condizioni fisico-chimiche di una torre di distillazione o di reforming possono incidere sulle rese dei distillati pesanti e leggieri e sulle qualità dei medesimi.

Gli esempi si possono moltiplicare numerosi: in tutti i casi un calcolatore che tenga sotto controllo i parametri variabili può fornire gli elementi precisi di regolazione, prendere esso stesso decisioni quali il comando di aperture o chiusure di ugelli, palettature di turbine, soffianti, ecc. Il calcolatore in tal caso si assume la responsabilità di controllare i parametri in osservazione, di valutare la situazione del processo e di prendere le decisioni, svincolando l'uomo da tali preoccupazioni.

Numerosissimi ancora sono i casi in cui un calcolatore può aiutare vantaggiosamente l'uomo: in generale ovunque dei dati grezzi debbano essere elaborati ad alta velocità per prendere rapide decisioni o ottenere risultati fonte di nuova conoscenza e informazione.

(segue al prossimo numero)

CONVERTITORE gamma 20 metri

★ Il dottor **Luigi Rivola** di Milano è un nuovo collaboratore della Rivista.

La perfetta esecuzione di questo convertitore e il brillante articolo cotituiscono una eccellente presentazione.

Il convertitore che il dottor Rivola propone in queste pagine risolve il problema di adattare qualsiasi ricevitore, funzionante su onde corte, di normali caratteristiche commerciali, alla ricezione di gamme di frequenza superiore, migliorando la sensibilità del ricevitore stesso. ★

Molti ricevitori, pur essendo idonei alla ricezione di frequenze corrispondenti alla gamma dei venti metri, non risultano adatti per l'ascolto delle stazioni di radioamatori. Infatti l'oscillatore locale, a queste frequenze, può non essere stabile e la larghezza della gamma, sulla scala del ricevitore, risulta generalmente troppo piccola. La ricerca delle stazioni diviene precaria. Il mio convertitore risolve molte di queste diffi-

coltà, senza peraltro avere la pretesa di voler trasformare un normale ricevitore commerciale in un ricevitore professionale per radioamatore.

IL CIRCUITO

Come appare dallo schema si tratta di un amplificatore per alta frequenza a due stadi (6SK7 e 6AC7) seguito da un convertitore (sezione pentodo 6U8) e da un ripetitore catodico (sezione triodo 6U8). La funzione di quest'ultimo stadio è quella di adattare l'impedenza di uscita del convertitore (generalmente alta) a quella bassa d'ingresso del ricevitore utilizzato. Segue quindi un oscillatore a quarzo tipo Pierce che inietta, mediante un sistema di controllo a potenziometro, il segnale a frequenza fissa nella griglia della sezione pentodo della 6U8.

Il fatto di potere variare con continuità l'ampiezza del segnale di conversione risulta utile in base alle seguenti considerazioni:
1) Se la tensione del segnale emesso dall'oscillatore locale è troppo bassa rispetto al segnale in arrivo il rendimento in conversione diventa molto piccolo e ne risulta una deamplificazione con alto rumore di fondo (soffio). Se invece fosse troppo alta si avrebbero distorsioni da saturazione.

2) Regolando la tensione di cui sopra al valore zero non si ha più alcuna conversione, però tutto l'apparecchio può servire come amplificatore per alta frequenza, aumentando le possibilità di impiego dell'insieme.

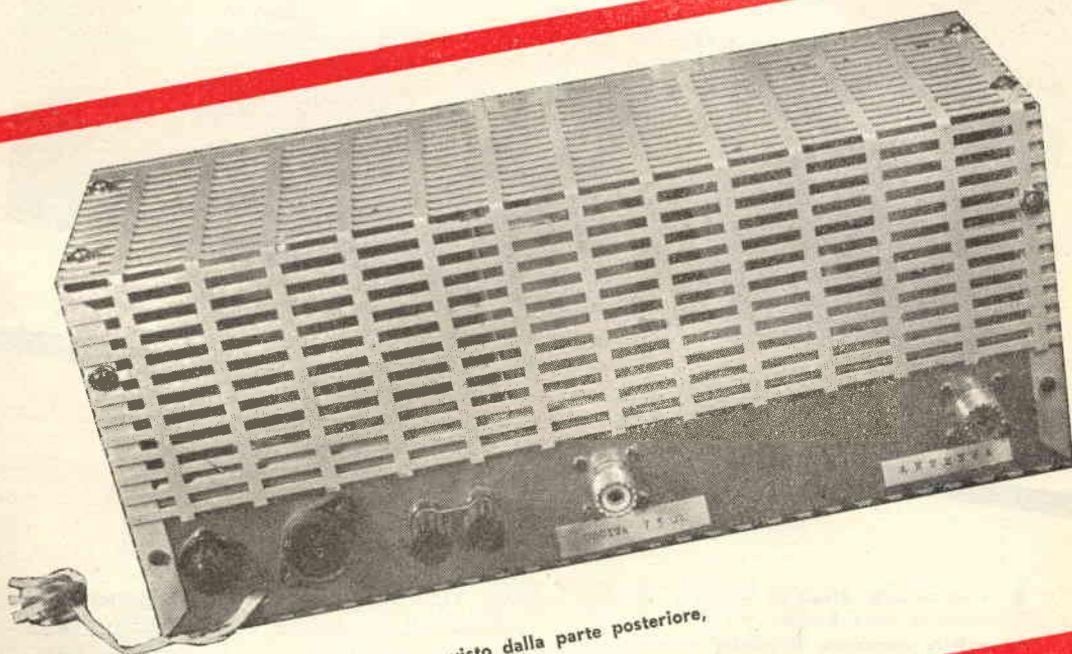
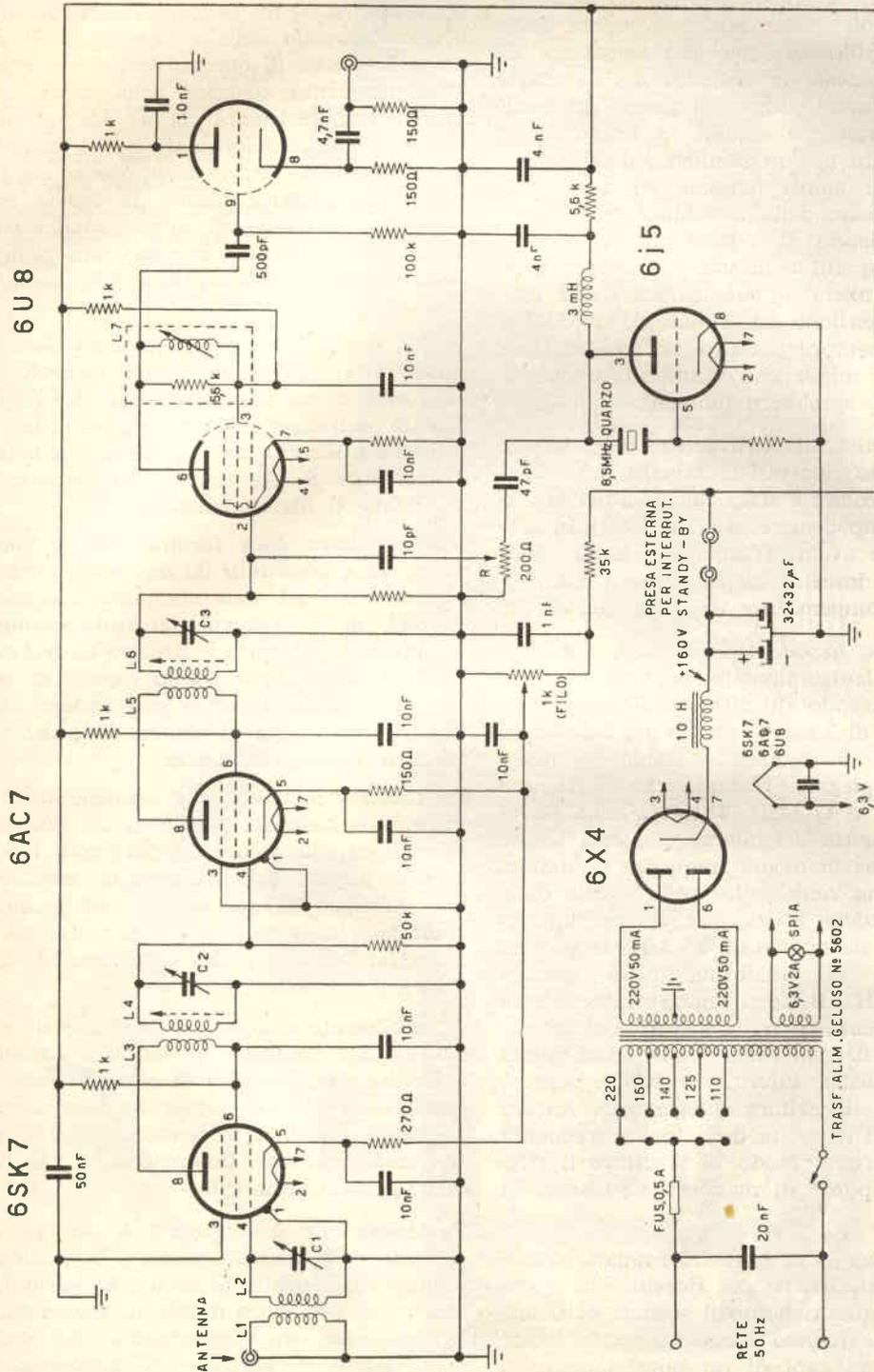
E' bene inoltre aggiungere che data la strettezza della banda (14,00 - 14,35 MHz) non risulterebbe conveniente variare la frequenza dell'oscillatore locale, bensì è preferibile usare il ricevitore come una media frequenza a frequenza variabile.

Il convertitore visto dalla parte posteriore, a involucro chiuso.

Fig. 1 - Schema elettrico convertitore venti metri

L_1 4 spire filo rame Ø 0,5 mm., lunghezza 4 mm. su supporto ceramica a sezione quadrata (lato 18 mm.). Supporto ceramica G.B.C. 0/701.

Le bobine L_3 e L_4, L_5 e L_6 sono avvolte su supporto ceramica completo di nucleo di ferrite.

L_2 16 spire filo rame Ø 0,5 mm., lunghezza 20 mm. su supporto ceramica (lato 18 mm.).

L_4 e L_6 13 spire filo rame Ø 0,7 mm., lunghezza 17 mm. su supporto ceramica (lato 18 mm.).

L_3 e L_5 5 spire filo rame Ø 0,7 mm. lunghezza 6 mm. su supporto ceramica (lato 18 mm.).

L_7 induttanze facente parte di un trasmatore di media frequenza a 5,5 MHz (Geloso n. 7653).

COSTRUZIONE

Non ostante le apparenze, non ho avuto alcuna difficoltà nella messa in opera dello stadio amplificatore per alta frequenza. E' infatti sufficiente la sistemazione di alcuni schermi (passanti sopra gli zoccoli delle valvole) chiaramente visibili in fotografia, e qualche cura nell'orientamento delle bobine per evitare noiosi inneschi ed altri guai. La regolazione della sensibilità viene effettuata variando il potenziale dei catodi, positivo rispetto a massa. E' indispensabile che in parallelo al potenziometro che controlla la tensione dei catodi della 6SK7 e 6AC7, sia sempre presente un condensatore da qualche migliaia di picofarad, perchè altrimenti si avrebbero inneschi.

I dati relativi alla costruzione delle bobine L_1 - L_4 sono riportati in tabella. La bobina L_1 in particolare è stata calcolata per antenne aventi impedenze basse (50÷150Ω). In caso di antenne aventi frequenze più alte sarà opportuno inserire in parallelo a tale bobina un compensatore da 3÷30 pF.

L'oscillatore locale (tipo Pierce), non presenta fondamentalmente particolarità importanti. Avendo sul circuito di placca una induttanza di 3 mH si presta per funzionare con quarzi di frequenza diversa da quella da me impiegata. Diciamo che funzionerà bene tra 4 e 12 MHz. Tuttavia nella scelta della frequenza del quarzo converrà tenere presente che la media frequenza risultante, cada in una zona dello spettro delle onde corte piuttosto libera, per evitare interferenze. Con un quarzo da 8,5 MHz la gamma 14,00÷14,35 si trasforma nella gamma 5,5÷5,85 MHz. Bisogna tenere presente inoltre la presenza di frequenze armoniche che comunque devono cadere fuori dalla banda della frequenza intermedia scelta, sempre allo scopo di evitare interferenze. Ancora fra i criteri di scelta della media frequenza bisogna fare in modo di sfruttare il ricevitore nel punto di massima espansione di gamma.

La frequenza viene così determinata, secondo le caratteristiche del ricevitore a disposizione. A questo punto il segnale dell'oscillatore viene inviato mediante condensatore da 47 pF ai capi di un potenziometro a filo da 200Ω e 2W. A radiofrequenza questo potenziometro si comporta da induttanza e questo permette di regolare molto bene la tensione del segnale stesso. Infine un condensatore da 10 pF assicura l'iniezione sulla griglia controllo della convertitrice. Il circuito di placca di quest'ultima è accordato sulla frequenza centrale della media frequenza. La resistenza da 47 kΩ, inserita in parallelo all'induttanza, ha il compito di abbassare il coefficiente di merito del circuito, allargandone quindi la banda passante. Il guadagno di questo stadio sarà perciò basso (6 dB massimi), ma bisogna pensare che il suo compito é solo quello di convertire.

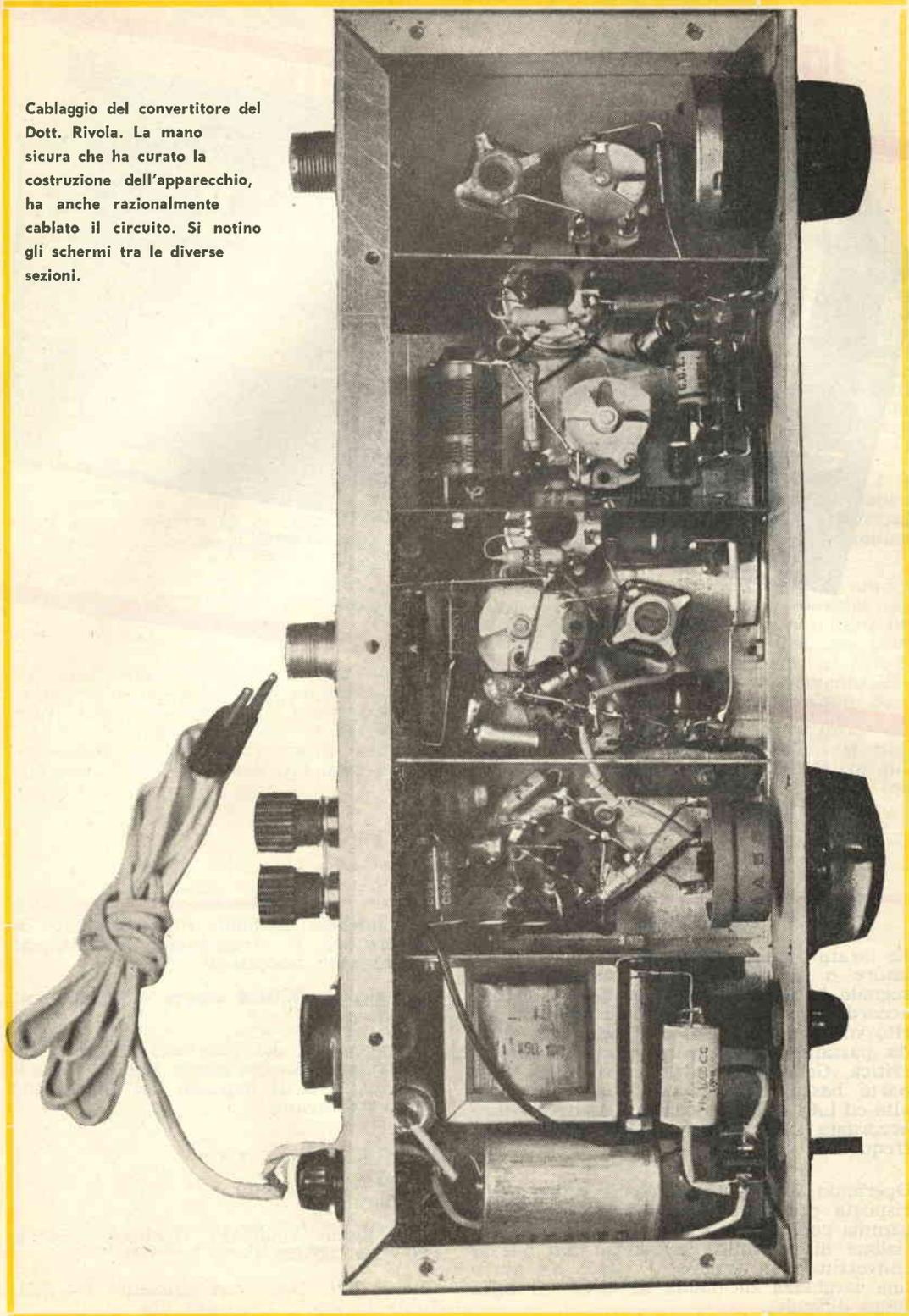
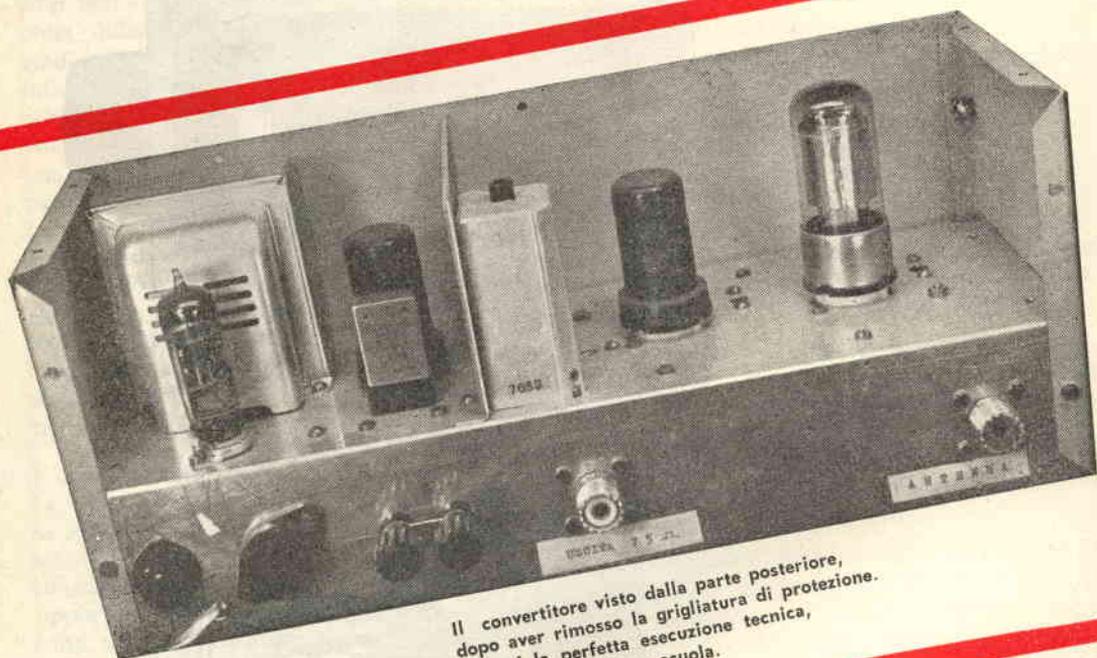
Segue infine il ripetitore catodico (sezione triodo 6U8) dimensionato per un'uscita di 75Ω. Insisto sull'importanza che ha l'uguaglianza dell'impedenza di ingresso del ricevitore utilizzato con quella di uscita del convertitore. Se questa condizione non viene rispettata si hanno inneschi.

L'alimentatore deve fornire 160V e 50mA in cc. ed è costituito da un tipico circuito raddrizzatore ad onda completa utilizzante la 6X4, di costruzione del tutto comune. Ho preferito adottare il circuito ad ingresso induttivo, rispetto a quello capacitivo perchè più stabile. Peraltro può andare bene qualsiasi altro tipo di alimentatore che fornisca la tensione richiesta.

La cassetta metallica che contiene tutto il circuito è costruita mediante un pannello frontale di alluminio e da due pareti laterali che piegate opportunamente assolvono alla funzione di sostegno e del pannello frontale e di tutte le altre parti (telaio di appoggio valvole, piano superiore ed inferiore).

Anteriormente compare il comando di sensibilità che controlla la tensione catodica delle due amplificatrici di alta frequenza e quello dell'oscillatore locale che dosa da zero al valore massimo la tensione della radiofrequenza iniettata. Compaiono inoltre l'interruttore rete e la spia.

Posteriormente è sistemato il fusibile di protezione, il cambiatensione, il bocchettone di ingresso e quello di uscita. Si ha inoltre una presa per interruttore (o relé) standby nel caso che l'apparecchio sia usato come parte di stazione di radioamatore. Questa presa deve essere tenuta altrimenti in corto circuito.

Cablaggio del convertitore del Dott. Rivola. La mano sicura che ha curato la costruzione dell'apparecchio, ha anche razionalmente cablato il circuito. Si notino gli schermi tra le diverse sezioni.

Il convertitore visto dalla parte posteriore, dopo aver rimosso la grigliatura di protezione. Si noti la perfetta esecuzione tecnica, degna della migliore scuola.

TARATURA

La taratura può essere eseguita con un oscillatore o in mancanza sfruttando qualche segnale in arrivo. Dato che tutti i circuiti accordati presentano un coefficiente di merito volutamente basso e quindi hanno banda passante larga, la taratura non risulta critica. Generalmente si accorda L_2C_1 sulla parte bassa della gamma, L_4C_2 su quella alta ed L_6C_3 su quella centrale. L_7 deve venire accordata sulla parte centrale della media frequenza.

Operando in questo modo si ottiene una risposta praticamente costante su tutta la gamma con un guadagno di 40 dB nella posizione di sensibilità massima. Con questo convertitore in genere si riesce ad avere una larghezza di banda di circa 0,5 MHz senza difficoltà.

Concludendo, il buon funzionamento del convertitore è strettamente condizionato alle seguenti condizioni:

1) il ricevitore deve essere completamente schermato.

2) l'impedenza del ricevitore e quella dell'antenna devono essere uguali a quelle di uscita e di ingresso del convertitore rispettivamente.

* * *

Bibliografia

- The Radio Amateur's Hanbook - 38ª ed 1961 pag. 123-126

- Baud, CH., Deux convertisseurs 144 MHz, Toute la Radio 1961, pag. 386

NOTIZIARIO SEMICONDUTTORI

★ Questo avvincente capitolo del notiziario è dedicato ai thyratron solidi e ai diodi Zener: vastissimi campi d'impiego sono già aperti o si schiudono a questi formidabili semiconduttori. ★

THYRATRON SOLIDI

Sono da tempo noti i thyratron a gas, tubi elettronici in grado di aprire o chiudere elettronicamente un circuito senza l'intervento di parti mobili. Nei thyratron, due elettrodi sono immersi in un gas che di per sè stesso è isolante, mentre un terzo (griglia) provvede a innescare la ionizzazione del gas abbassandone di parecchi ordini di grandezza la resistenza interna e provocando quindi la conduzione tra i due primitivi elettrodi.

L'innesco viene ottenuto inviando all'elettrodo-griglia un opportuno impulso di corrente; una volta iniziata la ionizzazione del gas, essa si mantiene anche in assenza del segnale di griglia, conservando le condizioni di « passaggio di corrente » al tubo così disposto.

Non molti anni fa, in seguito a ricerche condotte su transistori e su diodi, si giunse alla realizzazione della versione solida del thyratron, conseguendo notevoli vantaggi d'ingombro, di consumo e di rendimento. Questo nuovo elemento semiconduttore, detto anche « diodo controllato », è caratterizzato da una struttura PNPN, cioè da una giunzione in più del normale transistore (fig. 1).

Il funzionamento del thyratron solido è in un certo modo assimilabile al funzionamento del thyratron a gas, anche se strutturalmente i due componenti sono completamente diversi.

Riferendoci alla fig. 1 possiamo così renderci conto della fenomenologia coinvolta nell'effetto regolatore del thyratron solido: immaginiamo di applicare una tensione positiva all'anodo (zona P) rispetto al catodo (zona N) e di lasciare per il momento libero il terminale di controllo denominato base.

Se anzichè tre giunzioni ve ne fosse una sola (cioè se il diodo controllato si riducesse a una normale giunzione P-N) in queste condizioni scorrerebbe nel circuito una

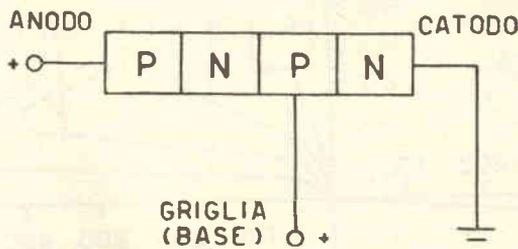



Fig. 1 - Struttura del Thyratron solido con polarizzazione per conduzione.

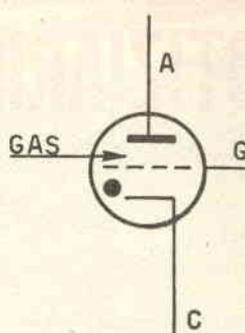



Fig. 2 - Confronto qualitativo Thyratron solido - Thyratron a gas.

Ia mA
120
100
80
60
40
20
CORRENTI DI BASE O DI PILOTAGGIO
60
40
20
Ib = 0 mA
MAX TENS. INVERSA
−400 300 200 100
100 200 300 400 500 Va volt

Fig. 3 - Caratteristica d'un Thyratron solido per piccole correnti anodiche (i numeri sono solo indicativi).

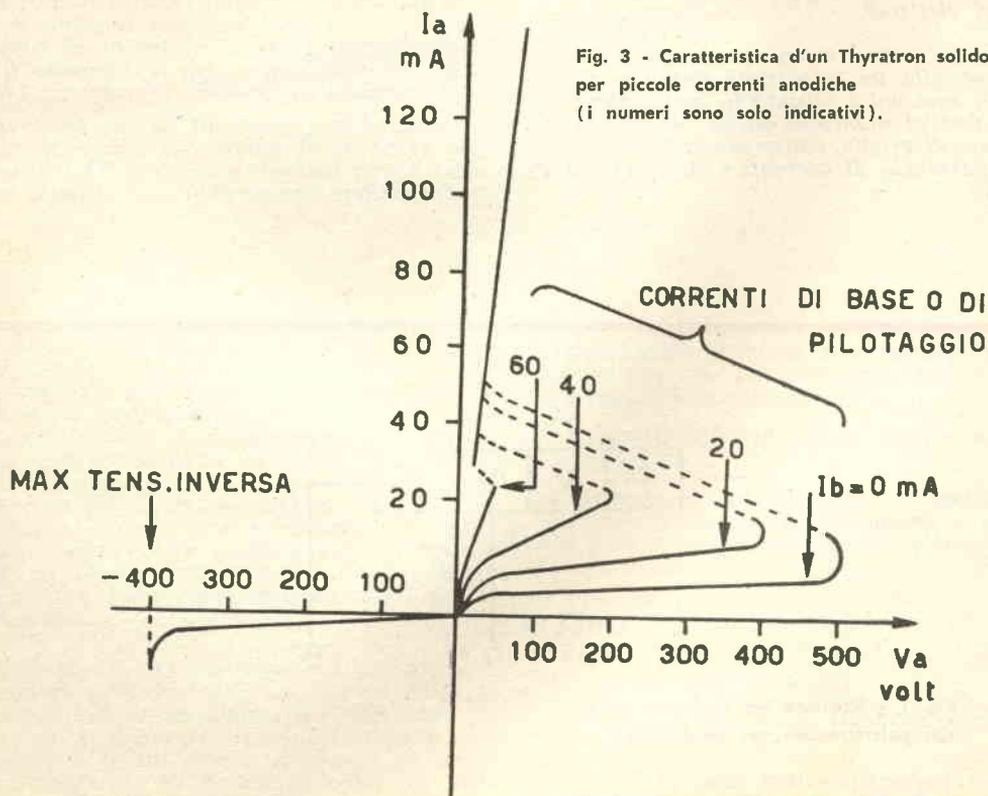
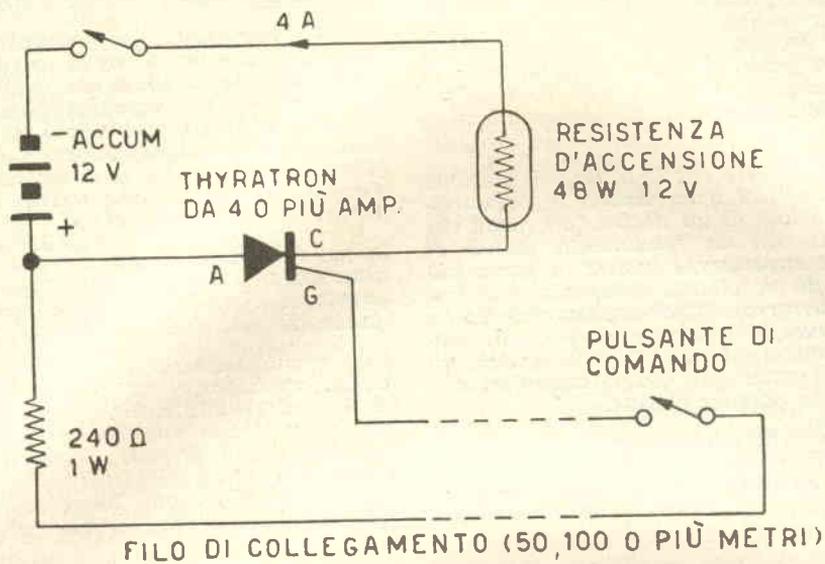



Fig. 4 - Esempio d'impiego di Thyratron solido. **Accensione a distanza per missili dilettantistici.**

notevole corrente, limitata solo da eventuali resistenze esterne, proprio come in un diodo polarizzato in senso di conduzione.

Ma tra le due zone estreme ne esistono altre due congiunte al centro e formanti una giunzione NP che, sempre per tensioni positive all'anodo rispetto al catodo, si trova a bloccare ogni passaggio di corrente.

Quindi nella nostra struttura PNPN abbiamo che al centro una giunzione polarizzata in senso inverso ostacola il passaggio di cariche quando tutto il complesso è polarizzato in modo da condurre.

Immaginiamo ora di accrescere sempre più la tensione positiva all'anodo rispetto al catodo: a un certo punto si giungerà alla tensione di « rottura » della giunzione centrale NP, che, come abbiamo visto, impedisce ogni passaggio di corrente.

Avvenuto questo il diodo passa bruscamente in conduzione e la corrente che in esso scorre ha limite solo se esternamente esiste qualche resistore di limitazione.

Per quanto ora detto, il thyratron solido abbisognerebbe di tensioni particolarmente elevate tra anodo e catodo per poter « rompere » lo stato di interdizione (non passaggio di corrente) e passare allo stato di conduzione.

Ciò invece non è indispensabile, in quanto esiste un terzo elettrodo (base) che ha appunto il compito di innescare il processo che porta questo thyratron alla conduzione senza che siano necessarie elevate tensioni tra anodo e catodo.

E tale processo consiste nel determinare mediante l'invio alla base di un segnale positivo rispetto al catodo un continuo accrescersi di cariche libere per urti successivi (detto fenomeno a « valanga »), molto simile al fenomeno di ionizzazione dei gas. La funzione della base nel thyratron solido è dunque molto simile alla funzione che ha la griglia nel thyratron a gas; la prima agisce sulle cariche mobili di un solido, la seconda sugli atomi liberi in un gas.

Per il thyratron solido risulta una caratteristica « corrente anodica - tensione anodica » per diverse correnti di base quale quella indicata in fig. 3, dove si può facilmente constatare che a un aumento della corrente di pilotaggio (I_B), corrisponde una minore ten-

sione (V_A) alla quale ha inizio la fase di conduzione.

Per quanto riguarda i materiali, i thyratron solidi sono realizzati con giunzioni al silicio e oggi ne vengono prodotti esemplari d'alta potenza in grado di commutare potenze di alcune decine di kilowatt, con caratteristiche elettriche superiori ai corrispondenti a gas.

E' notevole il fatto che la caduta di tensione che questi ultimi determinano in conduzione è dell'ordine di un decimo di quella dei tubi a gas con un rendimento quindi di gran lunga superiore e inoltre, a parte tutte le doti di piccolezza, robustezza e affidamento i thyratron solidi consentono d'ottenere commutazioni on-off e viceversa in tempi estremamente brevi, dell'ordine dei microsecondi, anche per quegli esemplari che lavorano con potenze elevate.

Un esempio delle potenze conseguite nei thyratron solidi costruiti in Italia e commercialmente reperibili ci è dato dai tipi 2N1915 e 2N1916 prodotti dalla Thomson italiana, che sopportano correnti dirette fino a 110 ampere con tensioni inverse rispettivamente di 400 e 500 watt.

Ma esistono molti altri esemplari costruiti da case americane le cui caratteristiche elettriche sono in continuo incessante progresso; progresso accompagnato anche dall'importante fattore « diminuzione di costo » che consente al prodotto di penetrare maggiormente e massicciamente in moltissimi campi d'applicazioni industriali, civili, militari e... perchè no, dilettantistici.

In fig. 4 è riportato un esempio di applicazione del thyratron fin qui trattato come interruttore elettronico per accensione a distanza di missili dilettantistici.

La corrente necessaria a riscaldare la resistenza predisposta nel missile per innescare il combustibile richiede una corrente notevole (nel caso specifico è stata prevista una potenza di 48 watt, e quindi 4 ampere di corrente) che evidentemente non può scorrere in un filo molto lungo usato per comandi a distanza senza che si verifichino

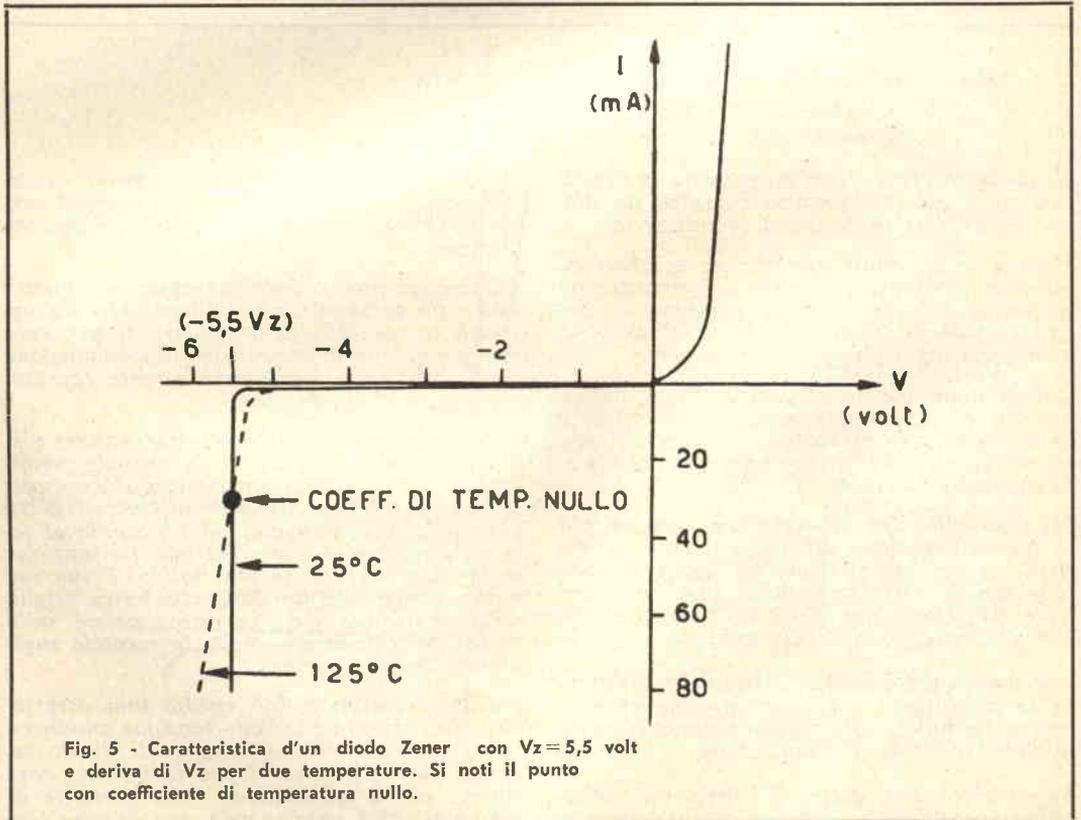



Fig. 5 - Caratteristica d'un diodo Zener con Vz = 5,5 volt e deriva di Vz per due temperature. Si noti il punto con coefficiente di temperatura nullo.

notevoli perdite, soprattutto se la sezione del filo non è di gran lunga superiore a quella normalmente adottata.

E' tuttavia possibile telecomandare a distanza la partenza del missile in maniera abbastanza semplice con l'impiego d'un solo thyratron solido. Si sistema l'impianto di fig. 3, alimentato da un accumulatore di 12 volt, presso la base di lancio e, schiacciando il pulsante P, s'invia da distante un impulso di corrente alla base del thyratron sufficiente a determinare la conduzione e conseguentemente l'accensione.

Ad evitare che l'accumulatore si scarichi eccessivamente continuando a fornire corrente alla resistenza, si può fare in modo che la partenza del missile provochi la disinserzione della resistenza stessa eliminando così il fastidio di un più complicato circuito elettrico per interdire il thyratron.

Questo semplice esempio evidenzia l'utilità d'un tal tipo di dispositivo che per la sua versatilità e semplicità costruttiva è molto apprezzato in un'enorme quantità d'impieghi, soprattutto là dove « automazione » è la parola d'ordine.

Nel circuito di fig. 3 potrà essere impiegato un thyratron solido (diodo controllato) in grado di sopportare correnti dirette di 5 o più ampere, quale ad esempio il thyratron 2N1776A o il General Electric C1OU o altri similari.

DIODI ZENER - APPLICAZIONI

L'esistenza di un diodo denominato Zener, in grado di « controllare » le tensioni è noto ormai da tempo.

Si tratta di una giunzione P-N al silicio funzionante con polarizzazione in senso inverso: all'aumentare della tensione inversa la debolissima corrente inversa che scorre nel diodo si mantiene a un valore quasi costante e praticamente trascurabile.

Giunti a una ben determinata tensione detta « tensione di Zener » (V_Z in fig. 4) la corrente inversa aumenta bruscamente e se non esistono resistenze esterne a limitarla, potrebbe crescere all'infinito o meglio fino alla distruzione della giunzione per effetto Joule.

La tensione di Zener è tipica delle varie giunzioni e dosando opportunamente certe impurità nel realizzarle si possono ottenere esemplari con V_Z che vanno da 4 volt a parecchie diecine di volt.

E' interessante conoscere le variazioni subite dalla tensione di Zener al variare della temperatura ambiente, anche perchè questo fattore in molte applicazioni si presenta come vitale.

Per i diodi a bassa tensione di Zener (fino a 5 volt) il coefficiente di temperature è ne-

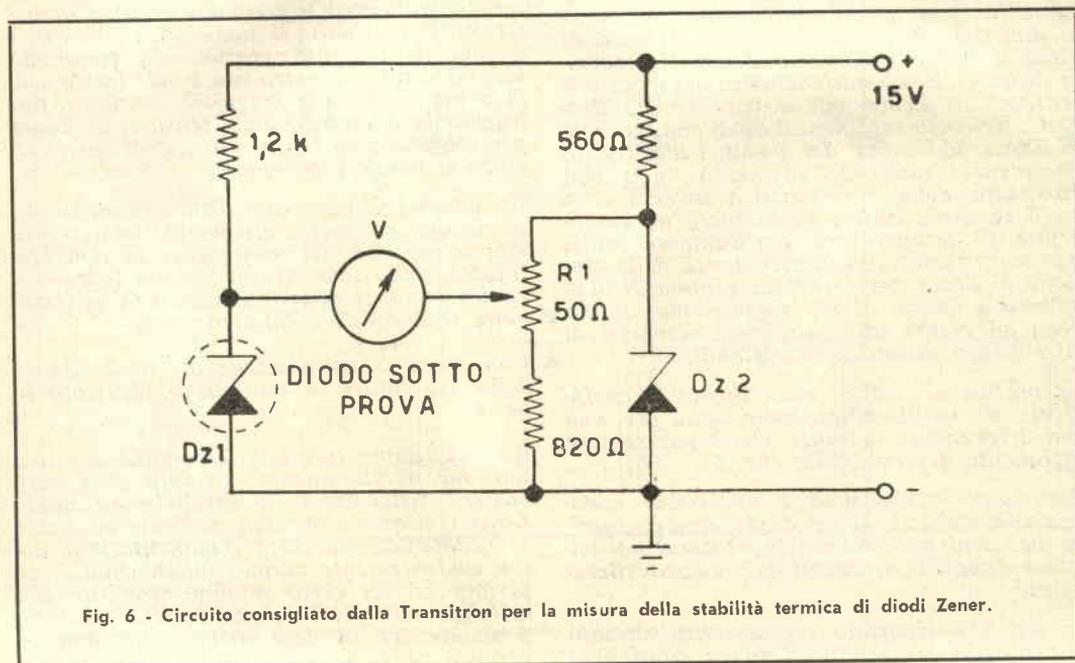



Fig. 6 - Circuito consigliato dalla Transitron per la misura della stabilità termica di diodi Zener.

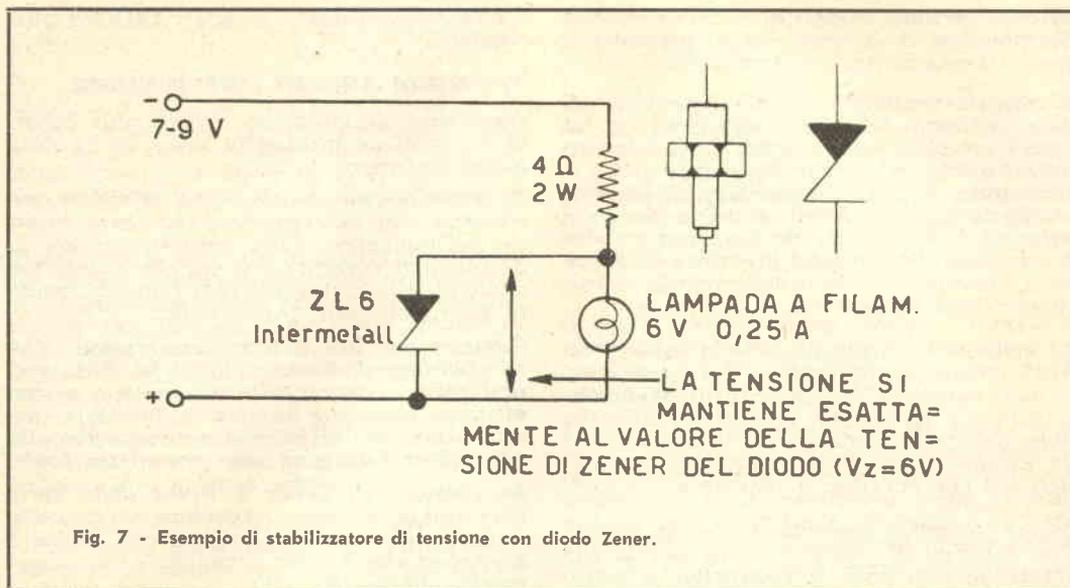



Fig. 7 - Esempio di stabilizzatore di tensione con diodo Zener.

gativo e dell'ordine di —0,04 volt per grado centigrado, mentre per diodi Zener con tensioni superiori, il coefficiente è positivo e va aumentando con l'aumentare della tensione di Zener.

Questo perchè i fenomeni atomici che determinano la caratteristica brusca curvatura nella zona inversa della giunzione sono di due tipi: il primo ricorrente nel caso di diodi a bassa tensione di Zener (fortemente drogati), il secondo esclusivo dei diodi con tensione di Zener più elevata (meno drogati). Nel caso specifico di diodi con tensione di Zener dell'ordine dei 5 volt, i due tipi di fenomeni concorrono in modo equo alla curvatura della caratteristica inversa e si ha il notevole effetto di ottenere un coefficiente di temperatura praticamente nullo, con conseguente assoluta costanza della tensione di Zener per un'ampia gamma di temperature. Questi diodi si prestano quindi bene ad essere utilizzati come elementi di riferimento estremamente stabili.

In pratica si ottiene esattamente il coefficiente di temperatura nullo solo per una ben determinata corrente, che è pur sempre facilmente determinabile (fig. 5).

Per molte applicazioni è necessario conoscere la stabilità di un diodo Zener generico nei confronti della temperatura, ed esistono appositi strumenti per questo rilevamento.

In fig. 5 è riportato un semplice circuito che misura la stabilità termica consigliato dalla Transitron e di facilissima realizzazione.

Il diodo DZ1 è sotto prova, mentre il secondo DZ2 funge da riferimento. Dapprima si portano i due diodi a una stessa temperatura ambiente (poniamo 25 °C) e si azzera il voltmetro V mediante il potenziometro R1. Indi si porta il diodo sotto prova DZ1 a una temperatura più elevata (poniamo 125 °C) e sul voltmetro (da 5 volt fondo scala o meno per una maggiore sensibilità) si leggerà la differenza delle tensioni di Zener per quel salto di temperatura (nel caso specifico si dividerà per 100).

La polarità d'inserzione dello strumento V, se di tipo consueto, dipenderà dalla positività o negativa del coefficiente di temperatura; usando uno strumento con lo zero a centro scala, si eviterà la necessità di scambiare i terminali dello strumento.

Una semplice applicazione del diodo Zener come regolatore di tensione è illustrato in fig. 6.

Dovendo alimentare una lampadina con una tensione assolutamente costante di 6 volt, basterà sistermarvi in parallelo un diodo Zener con quella tensione di Zener ed anche se l'alimentazione varia (l'alimentazione dovrà evidentemente variare mantenendosi superiore ad un certo minimo previsto, che nell'esempio è di 7 volt), il diodo provvede a mantenere ai capi della lampadina la prevista tensione, assorbendo tanta corren-

te quanta ne è necessaria per detta stabilizzazione.

L'impiego di diversi diodi Zener con diverse tensioni consente poi la realizzazione di interessanti circuiti selettivi.

In fig. 7, quattro diodi Zener sono posti in serie a quattro relè collegati ad una stessa linea alimentata da una tensione variabile.

I quattro diodi hanno tensioni di Zener diverse e crescenti; al crescere della tensione d'alimentazione scatterà il primo relè, poi il secondo poi il terzo e così via fino a quanti relè e diodi sono stati sistemati nel circuito.

E' cioè possibile far scattare determinati relè per prefissate tensioni semplificando enormemente molti problemi di comandi a distanza multicanali. Si può inoltre fare in modo, con l'impiego di relè a più contatti, che scattando un relè si escludano tutti i precedenti; con la possibilità quindi di comandare uno ed un solo relè alla volta, corrispondente a una ben determinata tensione di comando.

Un esempio pratico è dato in fig. 8. Con tre pulsanti si comandano tre relè (uno alla volta) con un'unica linea di collegamento. Il funzionamento è abbastanza semplice: schiacciando il pulsante l'unico diodo Zener che permette la conduzione è il ZL5, e il primo relè verrà eccitato.

Schiacciando il pulsante 2 verrebbero eccitati i primi due relè ma l'eccitazione del secondo provoca la disinserzione del primo e quindi il pulsante 2 comanda solo il secondo relè. Analogamente il pulsante 3 eccita il terzo relè che provvede a disinserire i primi due. I diodi Zener ZL5, ZL10 e ZL15

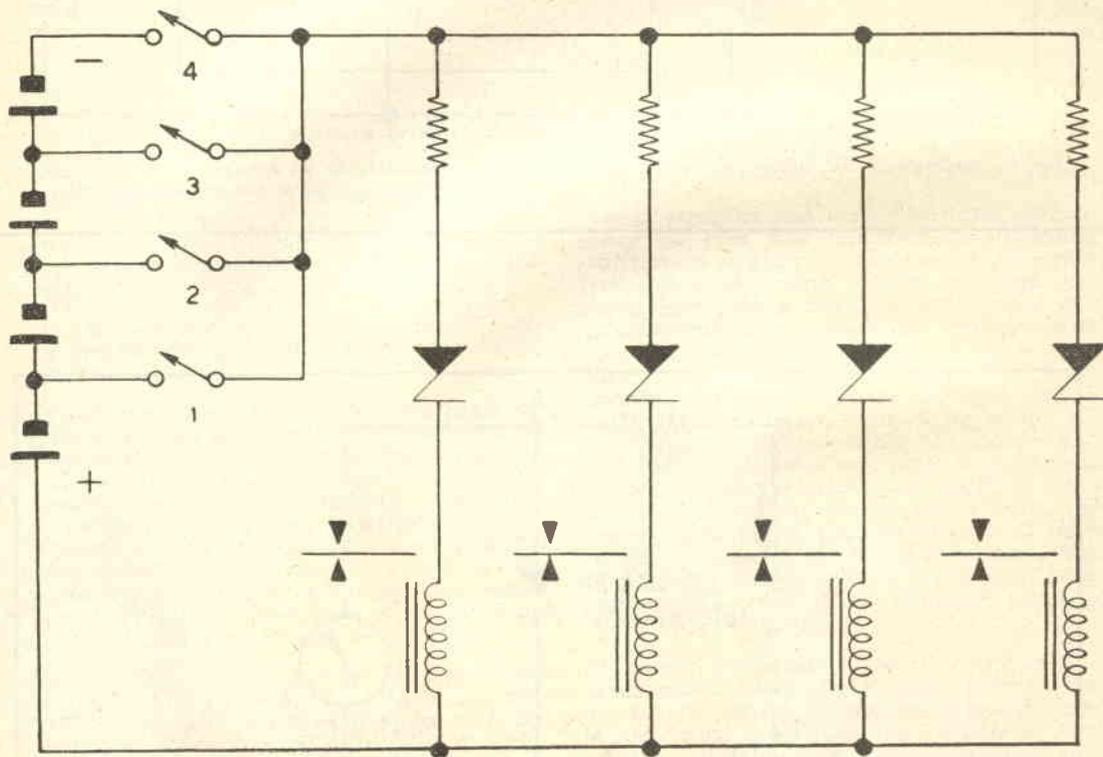



Fig. 8 - Circuito selettore a diodi Zener.
Schiacciando il pulsante 1 scatta il primo relé, schiacciando il pulsante 2 scattano il primo ed il secondo relè e così via.

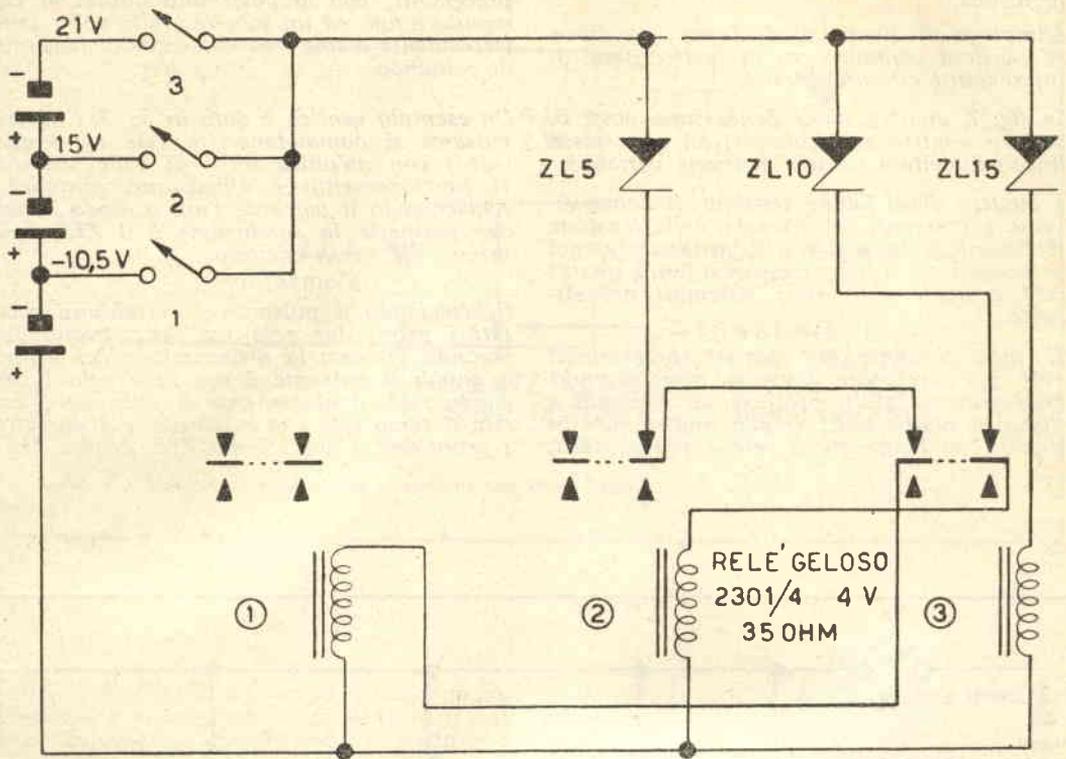



Fig. 9 - Applicazione del circuito di fig. 8.

Schiacciando un pulsante si eccita « solo » il corrispondente relé.

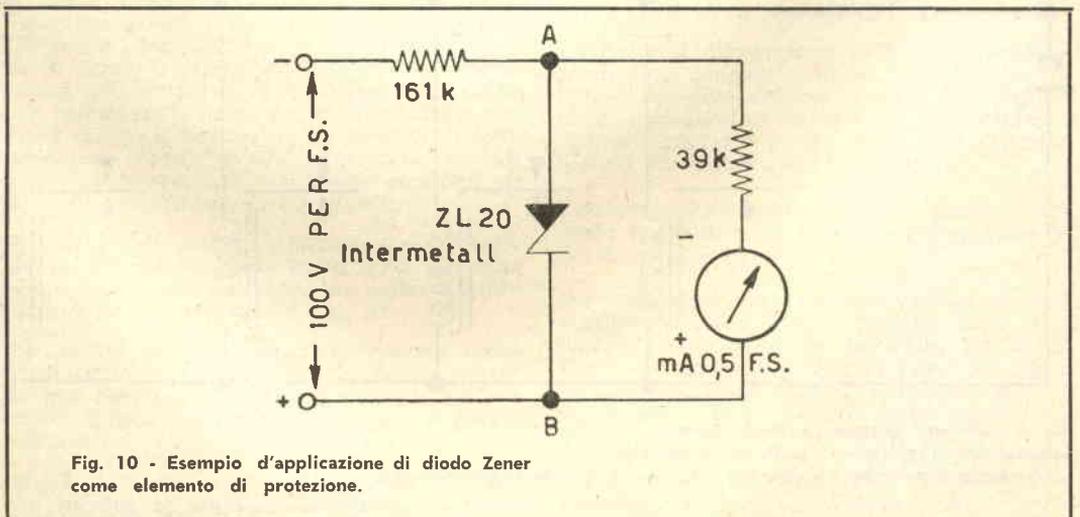
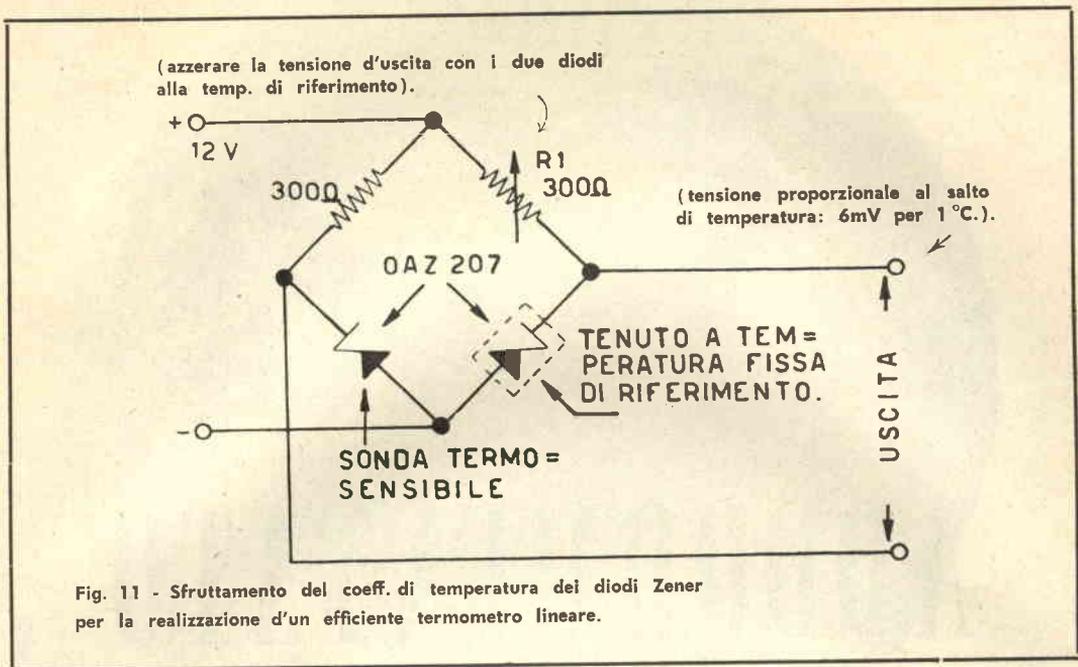



Fig. 10 - Esempio d'applicazione di diodo Zener come elemento di protezione.

Fig. 11 - Sfruttamento del coeff. di temperatura dei diodi Zener per la realizzazione d'un efficiente termometro lineare.

sono del tipo a media potenza prodotti dalla Intermetall.

Interessante è anche l'impiego del diodo Zener come elemento di protezione per strumenti di misura. Un esempio è dato in fig. 8 e il suo funzionamento è abbastanza intuitivo.

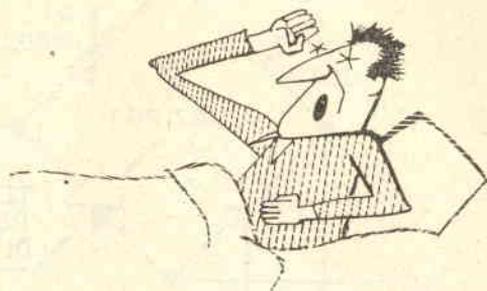
Lo strumento è un voltmetro da 100 volt f.s. impiegante un milliamperometro da 0,5 mA f.s.

Se per un errore o un caso accidentale venisse applicata allo strumento una tensione superiore a 100 volt, ai capi indicati con A e B, in assenza del diodo Zener, si determinerebbe una tensione superiore a 20 volt e il milliamperometro sarebbe forzato oltre il fondo scala con possibilità di rottura. La presenza del diodo Zener fa sì che la tensione tra A e B non possa superare mai i 20 volt previsti, provvedendo il diodo ad assorbire la corrente in eccesso.

Questo efficacissimo sistema di protezione automatica, di cui la fig. 8 non è che un particolare esempio, si presenta molto utile soprattutto dove gli strumenti sono di costo elevato e dove il grado di affidamento di un determinato strumento deve essere massimo.

Infine in figura 10 viene sfruttato il coeff. di temperatura dei diodi Zener per realizzare un circuito la cui tensione d'uscita è esattamente proporzionale alla temperatura presente sull'involucro di uno dei due Zener.

Questa tensione può essere misurata per risalire da essa alla temperatura incognita, realizzando così un ottimo termometro elettronico; oppure può essere utilizzata per controllare relè e altri servomeccanici che debbano funzionare a una determinata temperatura prefissata. Il funzionamento è semplice; posti i due diodi Zener alla stessa temperatura di riferimento, si regola R1 di modo che la tensione d'uscita sia nulla; posto quindi il diodo sonda alla temperatura incognita, il ponte non resta in equilibrio a causa della variazione del coeff. di temperatura del diodo stesso, che è vista nel nostro caso come una variazione di resistenza, e all'uscita si avrà una tensione tanto maggiore quanto maggiore è il salto della temperatura tra il diodo Zener di sonda e quello di riferimento.

In questa sede sono state illustrate alcune applicazioni del moderno diodo Zener, alcune, perchè questo componente investe con le sue ampie possibilità una miriade di altri settori dell'elettronica e occorrerebbero parecchie pagine solo per riportarne gli impieghi più importanti. Ad ogni modo quanto detto può rendere già abbastanza evidente l'importanza di questo recente componente solido.

ADDORMENTATO

come è, non si ricorderà certo di comprare Costruire Diverte di dicembre! ★

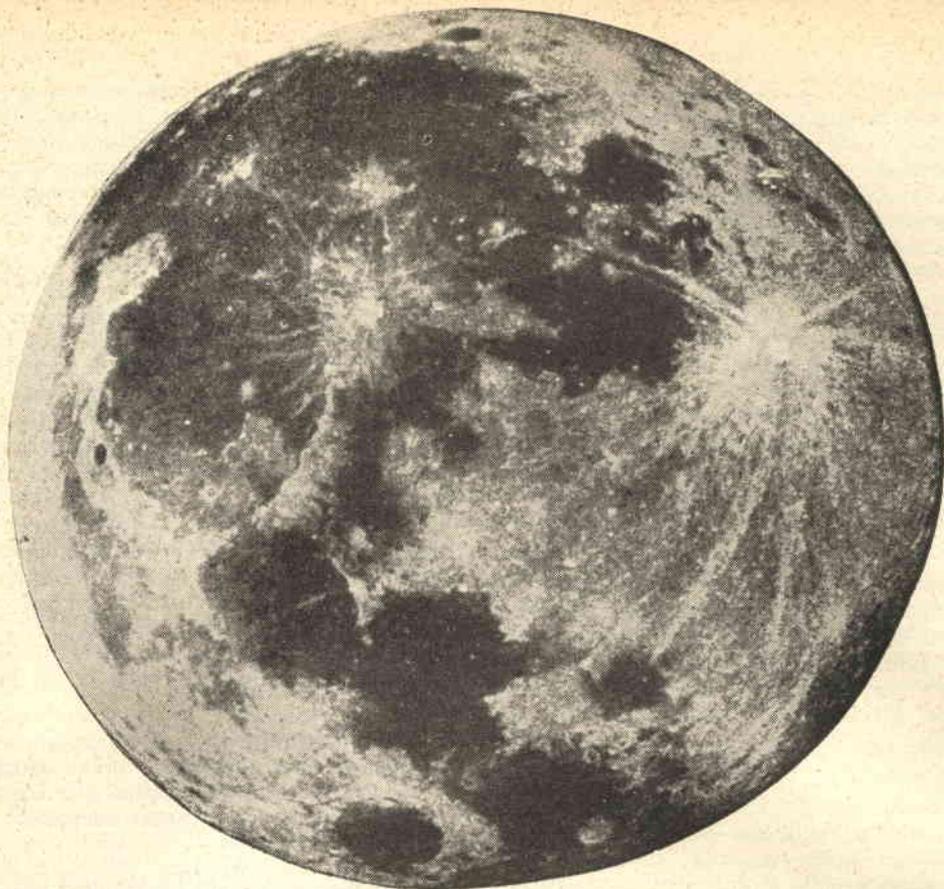
E si che glielo avevamo detto:

pubblicheremo un

COMPLESSO RICETRASMITTENTE SU 144 MHz

costituito da una stazione fissa a valvole e da una coppia di radiotelefoni transistorizzati che è una cannonata!

RICORDATE:

COSTRUIRE DIVERTE DI DICEMBRE

MASER e LASER

cosa sono, come funzionano, a cosa servono

di ETTORE ACCENTI

★ Nuove vie si sono aperte alla moderna elettronica grazie a due recenti prodotti dell'ingegno umano: il MASER e il LASER. Il principio del MASER fu per la prima volta sperimentato nel 1955 da tre scienziati americani (Gordon, Zeiger e Townes) e riportato sul « Physical Revew » n. 99 di quell'anno. Veniva così dimostrata la possibilità d'ottenere oscillazioni e amplificazioni di onde elettromagnetiche impegnando ioni o molecole come elementi attivi. Non si presentavano limiti di frequenza, e anzi più tardi, nel 1958, si realizzava il primo MASER funzionante nella gamma ottica a cui veniva dato il nome di LASER. Si congiungeva così lo spettro delle onde elettromagnetiche, dalle frequenze dei Radar alle frequenze delle onde luminose, e tutta questa amplissima gamma entrava a far parte del dominio dell'elettronica. In una sola volta lo spettro elettromagnetico utilizzabile veniva esteso di ben diecimila volte. E non esiste dubbio alcuno sull'influenza che queste scoperte avranno nell'immediato futuro in moltissime applicazioni pratiche, quali comunicazioni multicanali, sistemi Radar, comunicazioni interspaziali, applicazioni mediche ecc. E' scopo di quest'articolo il fornire i principi intuitivi fondamentali sui quali si basano sia i MASER che i LASER, le applicazioni a cui sono soggetti ora le possibili applicazioni che avranno probabilmente luce in un prossimo futuro. ★

La parola MASER fu introdotta dagli stessi inventori nell'Agosto del 1955 e risulta dalla contrazione delle seguenti paroli inglesi: « Molecular Amplification by Stimulated Emission of Radiation », che letteralmente significano: « amplificazione molecolare per emissione stimolata di radiazioni ». E questa è da ritenersi l'esatta definizione del MASER, poichè ne riassume in breve il principio fondamentale.

Il nome Laser si ottiene dalla definizione di MASER sostituendo a « Molecular » la parola « Light » (luce), significando con ciò che il LASER funziona nella gamma delle onde luminose. Tuttavia va tenuto presente che il LASER non è che un particolare MASER e la teoria di quest'ultimo è generale e applicabile anche al primo.

E' bene, per la comprensione di quanto più appresso esposto, rifarci a un fenomeno molto noto, seppure ritenuto generalmente oscuro: la luminescenza. Da questo sarà agevole risalire poi, per similitudine, alla fenomenologia del LASER e, più in generale, del MASER.

La luminescenza si verifica quando un corpo assorbe energia sotto varie forme (elettromagnetica, chimica, elettrica, ecc.) per riemetterla sotto forma di radiazione elettromagnetica nella regione dello spettro visibile o vicino a tale regione. Ciò è dovuto alla eccitazione del sistema elettronico del solido e la conseguente emissione di energia sotto forma di onde elettromagnetiche.

Consideriamo il caso familiare di assorbimento di luce e conseguente emissione di luce da parte dei corpi così detti fosforescenti. Questi possono, in un certo senso essere considerati come accumulatori di energia, che poi emettono spontaneamente per un processo atomico ben definito.

In genere l'energia luminosa assorbita è di vario tipo (diversi colori), mentre quella emessa è di uno stesso tipo (un solo colore), costante per una determinata sostanza.

Il meccanismo assorbimento-emissione in una sostanza fosforescente può così essere spiegato: questa possiede degli elementi attivanti (impurità) che possono trovarsi in diversi stati energetici a seconda che siano più o meno eccitati. Immaginiamo che una certa radiazione elettromagnetica di determinata frequenza colpisca la sostanza luminescente (più precisamente fosforescente); gli atomi attivanti possono assorbire, per un certo meccanismo, la radiazione incidente e passare da uno stato energetico basso ad uno più alto.

Il salto subito in questo passaggio è proporzionale alla frequenza della radiazione assorbita; cioè tanto più alta è la frequenza e tanto più alto è il salto energetico delle impurità.

Per maggior chiarezza riferiamoci alla fig. 1, dove dapprima tutti gli atomi attivanti (impurità), si trovano al livello energetico A, diciamo « fondamentale », ed il sistema è stabile. Se una radiazione luminosa colpisce il

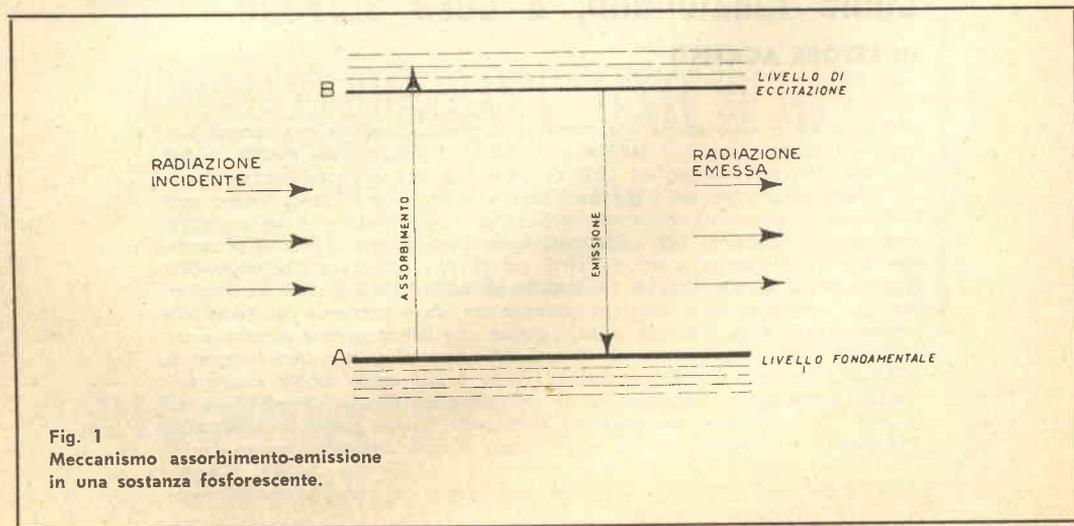



Fig. 1
Meccanismo assorbimento-emissione in una sostanza fosforescente.

sistema, gli atomi si eccitano, assorbono energia, e saltano a livelli più alti, con salti tanto più ampi quanto più elevata è la frequenza della radiazione assorbita e si stabiliscono per un certo periodo di tempo sopra al livello di eccitazione.

Si determina così una situazione d'instabilità e gli atomi eccitati cedono dapprima parte dell'energia assorbita portandosi esattamente al livello di eccitazione e saltando quindi da questo al livello fondamentale. L'emissione di energia elettromagnetica, ossia la luminosità tipica delle sostanze fosforescenti, dipende proprio da questo salto. Con esso infatti le impurità presenti nella sostanza cedono tutta l'energia che possiedono sotto forma di onde elettromagnetiche di frequenza determinata unicamente dal salto stesso, con una legge di proporzionalità diretta.

Una semplice analogia idraulica può rendere intuitivo questo principio. In fig. 2 una vasca A, corrispondente al livello energetico fondamentale, è collegata tramite una tubazione e una pompa a una vasca B, più alta della prima, corrispondente al livello di eccitazione. Se la pompa P porta acqua dalla vasca A alla vasca B, è come se fornisse energia all'acqua; energia che potrà essere trasformata dalla stessa pompa in cambiamento di livello dell'acqua (o, per usare la terminologia già vista, trasformata in « salto » d'acqua).

Nell'esempio la pompa P corrisponde alle radiazioni incidenti sulla sostanza fosforescente. Una volta giunta al livello B, l'acqua può ridiscendere al recipiente A (livello fondamentale) attraverso un foro opportuno, cedendo teoricamente tutta l'energia acquistata; analogamente al salto che subiscono gli stati energetici degli atomi della sostanza fosforescente nell'emettere radiazioni elettromagnetiche.

La frequenza della radiazione emessa è esattamente proporzionale al salto di discesa e non dipende dal salto subito dall'energia dell'atomo al momento dell'eccitazione, così come l'acqua può entrare nel recipiente B anche da posizioni deverse; in ogni caso il salto che subirà l'acqua nello scendere sarà sempre e solo quello dal pelo libero del recipiente B, al pelo libero del recipiente A.

Così possiamo avere una sostanza fosforescente che si « imbeve » d'energia elettromagnetica a diverse frequenze (diversi colori) e che emette energia elettromagnetica ad una stessa frequenza (un solo colore), dipendente dal salto energetico subito dalle sue impurità.

Ciò spiega la costanza del colore emesso dalle sostanze fosforescenti e l'indipendenza dai colori della luce eccitante.

Possiamo dunque dire che la fosforescenza (particolare luminescenza) è dovuta alla « emissione naturale di radiazioni » a seguito di un eccitamento per opera di onde luminose (e a volte anche per opera di onde di tipo non visibile, come le radiazioni infrarosse e ultraviolette).

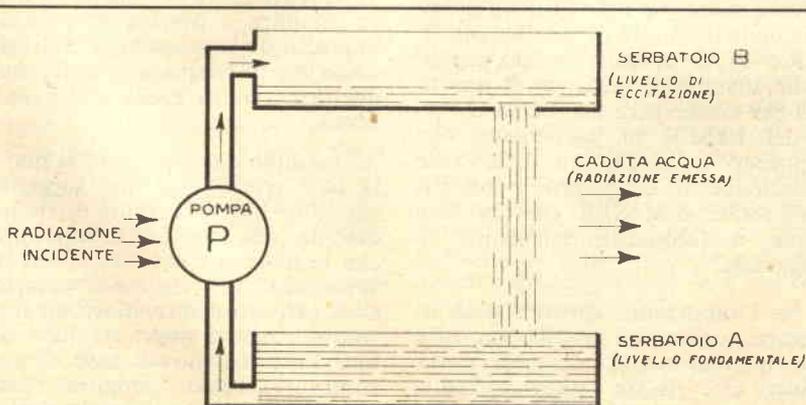



Fig. 2
Analogo idraulico di assorbimento-emissione di energia.

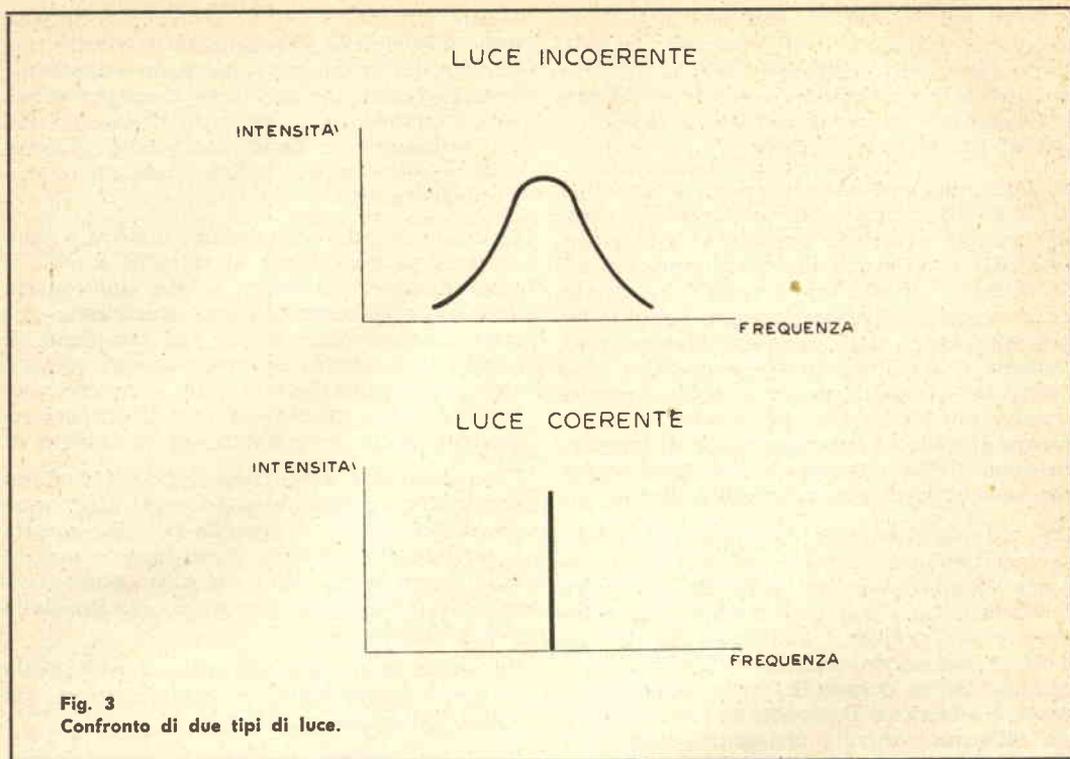



Fig. 3
Confronto di due tipi di luce.

S'intende che la radiazione emessa da una comune sostanza fosforescente non può essere purissima, a causa dei diversi tipi di impurità presenti e dei difetti intrinseci della struttura cristallina.

Vedremo invece come con il LASER sia possibile generare onde luminose di estrema purezza. Il MASER e il LASER usufruiscono, seppure con alcune sostanziali varianti, di questo principio. E per conservare l'analogia tratteremo ora del LASER in particolare, che funziona appunto nella gamma delle onde visibili, riservandoci di estenderne i concetti fondamentali anche al MASER, che può funzionare anche a frequenze dell'ordine di qualche megaciclo.

Il LASER ha l'importante caratteristica di poter generare, come un oscillatore luce esattamente monocromatica, meglio detta coerente (luce cioè di un colore estremamente puro), che nessun altro mezzo ottico uguaglia in qualità. Vedremo poi la grande importanza di questa luce monocromatica e le molte possibili applicazioni pratiche che ne derivano.

Per il momento si osservino i grafici di fig. 3, nei quali è esplicitata la differenza tra la luce coerente emessa dal LASER e la luce incoerente (seppure monocromatica) generata da una comune sorgente luminosa.

Tutta l'intensità del primo tipo di luce cade su un'unica e precisa frequenza, mentre la intensità della seconda si distribuisce su una « banda » di frequenze, ed il comportamento dei due tipi di radiazioni è in pratica diverso.

Ad esempio con una lente si può concentrare la luce emessa da una sorgente luminosa, ma come luce incoerente esiste un limite ben definito alla concentrazione ottenibile, poichè le diverse frequenze si rifrangono attraverso la lente in modi diversi. Chiunque avrà provato a incendiare un foglio di carta concentrandovi sopra la luce del sole con una lente. In questo caso si può osservare come il cerchio luminoso formatosi sulla carta non sia riducibile oltre un certo limite, anche spostando la lente, per il fatto menzionato della diversa rifrazione subita dalle varie frequenze (o ciò che è lo stesso dai diversi colori). Se il Sole anzichè inviarci

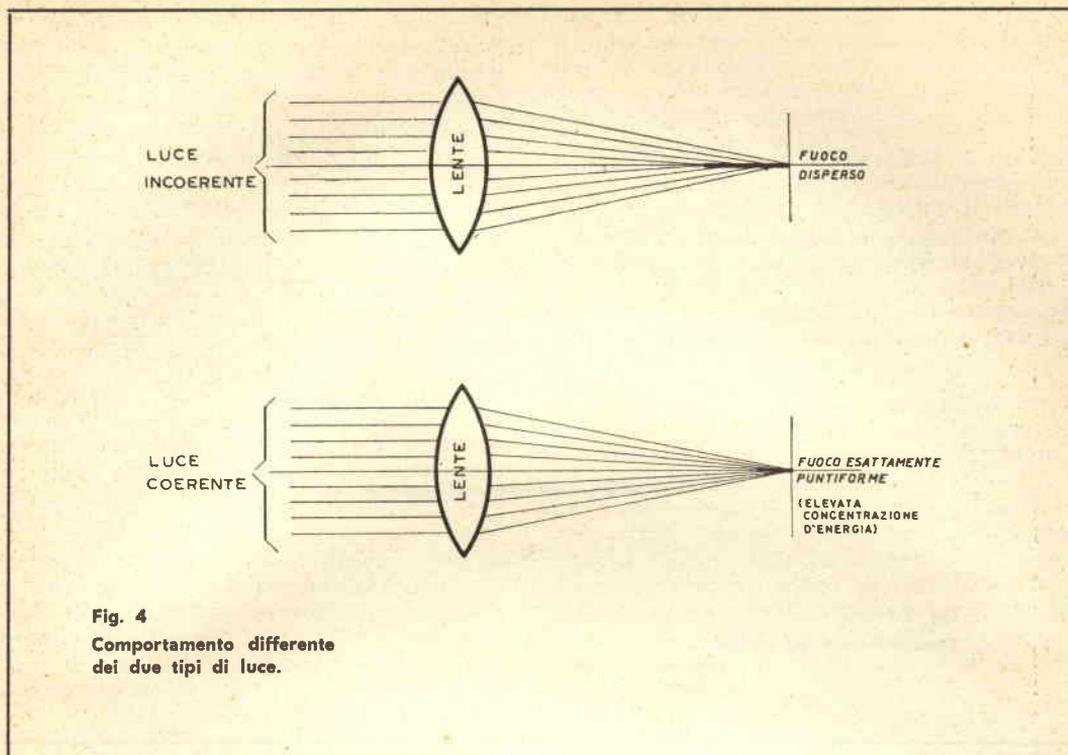



Fig. 4
Comportamento differente dei due tipi di luce.

luce bianca e quindi variamente cromata, ci innondasse con luce coerente, non vi sarebbe limite alla concentrazione di energia ottica ottenibile, e con una piccola lente si potrebbe fondere e volatilizzare l'acciaio con la stessa facilità con cui si incendia un pezzo di carta.

In fig. 4 è illustrata chiaramente la differenza dei comportamenti dei due tipi di radiazioni al rifrangersi in una lente convergente. E precisamente la luce coerente si concentra esattamente in un punto, il fuoco della lente, mentre la luce incoerente si distribuisce su un segmento appartenente all'asse della lente, con conseguente scarsa concentrazione dell'energia radiante.

Vediamo ora quale meccanismo atomico permette al LASER di generare una luce così pura e particolare e, per rendercene conto almeno intuitivamente, ci rifaremo all'esempio dei recipienti d'acqua a diversi livelli già visto prima.

Nel più comune LASER oggi prodotto è usata come sostanza attiva un cilindro di rubino impurificato con piccole dosi di Cromo.

In tali e per tali impurità ha origine l'emissione di onde luminose coerenti.

Se il rubino viene fortemente illuminato, gli atomi di Cromo si eccitano e saltano dal livello fondamentale A (fig. 5) al livello di eccitazione B, proprio come nel caso visto della luminescenza.

Qui si ha però una sostanziale differenza, poichè esiste un terzo livello energetico, chiamato comunemente « metastabile ». Accade che dal livello di eccitazione, gli stati energetici migrano al livello intermedio metastabile (con sviluppo di calore nel rubino per aver perso parte della loro energia di eccitazione) indi saltano al livello fondamentale con l'emissione della tipica luce coerente di frequenza dipendente, ed anzi proporzionale al salto compiuto.

Fin qui quasi nulla di nuovo, ma nella situazione dei livelli descritta, può verificarsi un fatto del tutto insolito. E' infatti possibile che anzichè avvenire subito il salto dal livello metastabile, trascorra un intervallo di tempo, seppure piccolissimo (quasi che il livello C fosse temporaneamente stabile, da cui il nome « metastabile) ed allora, se vie-

LIVELLO DI ECCITAZIONE
B
SVILUPPO DI CALORE
LUCE INCOERENTE ASSORBITA (LUCE DI POMPA)
C
LIVELLO METASTABILE
LUCE COERENTE EMESSA
A
LIVELLO FONDAMENTALE

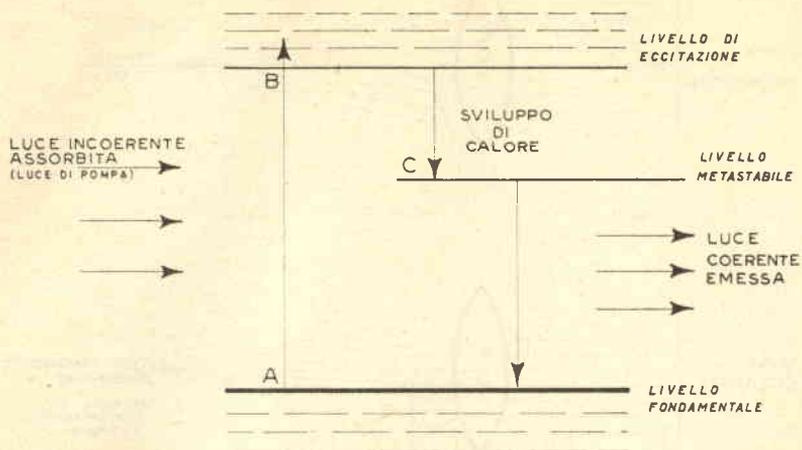



Fig. 5
Funzionamento del LASER.

SERBATOIO B
(LIVELLO DI ECCITAZIONE)
(LUCE DI POMPA)
POMPA
P
SERBATOIO C
(LIVELLO METASTABILE)
ENERGIA EMESSA
(LUCE COERENTE DEL LASER)
SERBATOIO A
(LIVELLO FONDAMENTALE)

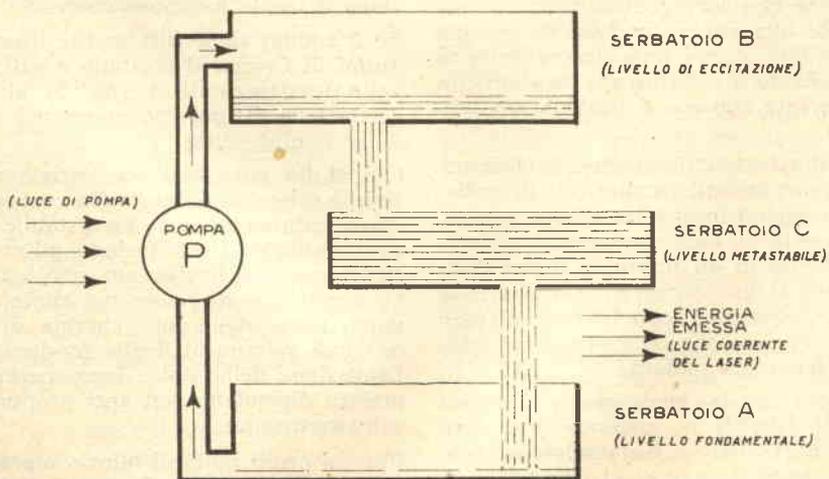



Fig. 6
Analogo idraulico di emissione nel LASER

ne « pompata » continuamente luce nel rubino, si ha continuamente un passaggio al livello energetico di eccitazione B e quindi al livello metastabile C, ed in quest'ultimo livello può verificarsi un accumulamento di stati energetici. Questo fatto viene definito scientificamente come « inversione di popolazione » a significare che per effetto della luce di pompa (in pratica continui e intensi lampi di luce vengono concentrati sul rubino) gli stati energetici degli atomi d'impurità occupano e riempiono un livello diverso, lasciando vuoto il livello fondamentale che in condizioni di normale stabilità è « pieno ». Se si verifica questo fatto, una radiazione esterna, di frequenza pari a quella corrispondente al salto dal livello C al livello A, stimola la caduta dei livelli energetici, dando origine a una vera e propria amplificazione della radiazione esterna.

Se poi la radiazione da amplificare rimbalza più e più volte all'interno del rubino, ha origine una continua e progressiva amplificazione. Di qui la definizione di LASER come « amplificatore di luce per emissione stimolata di radiazioni ».

L'analogia dei serbatoi d'acqua che abbiamo sfruttato nel fenomeno similare della luminiscenza, ci aiuterà a comprendere quanto finora esposto; bisognerà però apportare alcune varianti per adattarla al nuovo caso.

Consideriamo il sistema idraulico di fig. 6: una pompa P porta acqua dal serbatoio A (livello fondamentale) al serbatoio B (livello di eccitazione) tramite una tubazione. Un foro aperto sul fondo del recipiente B permette all'acqua di cadere in un terzo recipiente C (livello metastabile). Anche ques'o ultimo recipiente ha un foro attraverso il quale l'acqua ricade in A.

E' evidentemente possibile realizzare i recipienti con opportuni fori tali che col continuo funzionamento della pompa si determini stabilmente la condizione della fig. 7. Cioè che il recipiente C sia sempre pieno, ad opera della pompa che asporta dal recipiente A l'acqua appena giuntavi. Si avrebbe in questo caso l'anologo dell'inversione di popolazione dei livelli energetici nel rubino, dove la pompa simula i « Flash » luminosi, e l'acqua gli stati energetici degli atomi d'impurità.

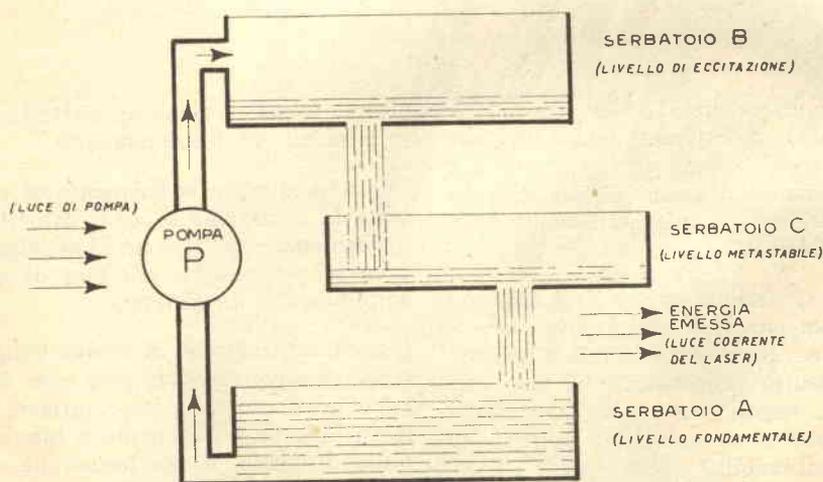



Fig. 7
Inversione di popolazione. Il serbatoio C si mantiene pieno - analogamente a quanto accade nel LASER.

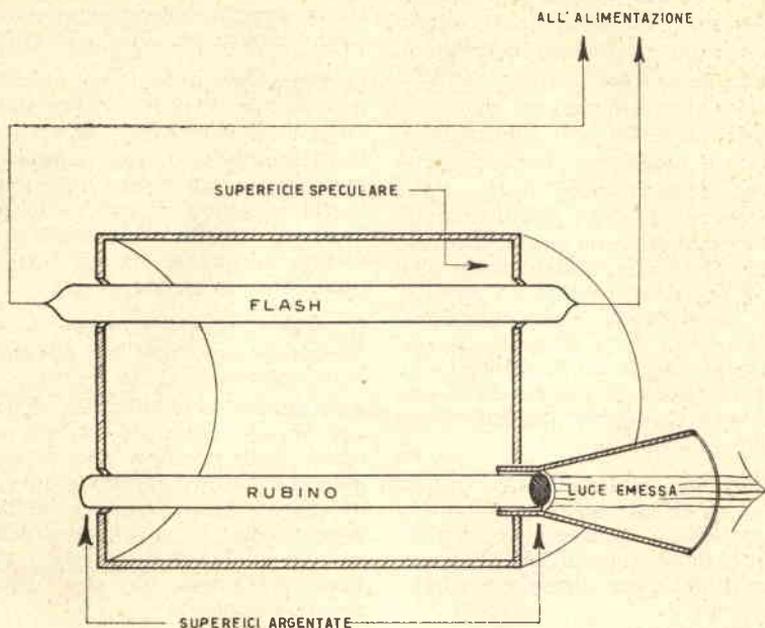



Fig. 8
Sezione di LASER a rubino.

Tutte le proprietà del LASER dipendono dalla possiblità di ottenere una « inversione di popolazione » degli stati energetici, e qualsiasi sostanza in grado di dar luogo a questa situazione è impiegabile come l'elemento del LASER.

Attualmente si studiano molte altre sostanze capaci di dar luogo a questa inversione e si prospettano buone possibilità d'applicazione soprattutto per miscele di gas rari (Neon, Elio, Argon, ecc.) che consentono maggiori potenze ed un gran numero di frequenze utilizzabili.

Fin qui abbiamo trattato del LASER, cioè di un MASER funzionante nella gamma delle onde visibili. Ma tutto quanto detto va bene anche per frequenze da generare o amplificare di molto inferiori a quelle della luce. Si tratterà d'impiegare materiali diversi e diverse soluzioni tecniche, restando invariato il principio di funzionamento.

Unico handicap è la frequenza di « pompa », ossia la radiazione a cui è dato il compito di mantenere l'inversione di popolazione, che deve essere sempre più alta di quella da amplificare o da generare.

Questo fatto limita di molto l'impiego del nuovo componente alle frequenze elettromagnetiche di normale uso; tuttavia, essendo il MASER un componente a bassissimo rumore di fondo, il più basso che sia possibile realizzare, apporta vantaggi enormi ai radiotelescopi e a tutti gli apparecchi a elevatissima sensibilità, se usato come primo stadio amplificatore. In questi infatti il rumore di fondo del primo stadio è un gravissimo inconveniente, che limita inesorabilmente la sensibilità di tutto il complesso, e

la sua eliminazione, anche a costo di impianti complicati, è fatto altamente auspicabile.

Caratteristiche costruttive del LASER

Il LASER è costituito da un riflettore, atto a concentrare i lampi di luce sull'elemento sensibile. Il tipo più comune è realizzato con un riflettore ellittico contenente nei due fuochi rispettivamente un tubo al Xenon e una bacchetta esattamente cilindrica di rubino opportunamente trattato. In figura 8 ne è riportata una sezione schematica. In genere il rubino ha un diametro variabile tra i 10 e i 15 millimetri, ma non esistono limiti; solo ragioni economiche ne moderano le dimensioni. Questo è infatti il pezzo più costoso di tutto l'apparecchio, toccando cifre di cinquecento dollari (trecentodiecimilalire) per bacchette trattate di diametro 13 mm. e lunghe 8 cm. circa.

Il tubo al Xenon emette intensissimi impulsi di luce che si inseguono con un ritmo dell'ordine del millesimo di secondo, concentrantisi tutti sul rubino, che così eccitato

LASER a rubino sezionato. Raytheon

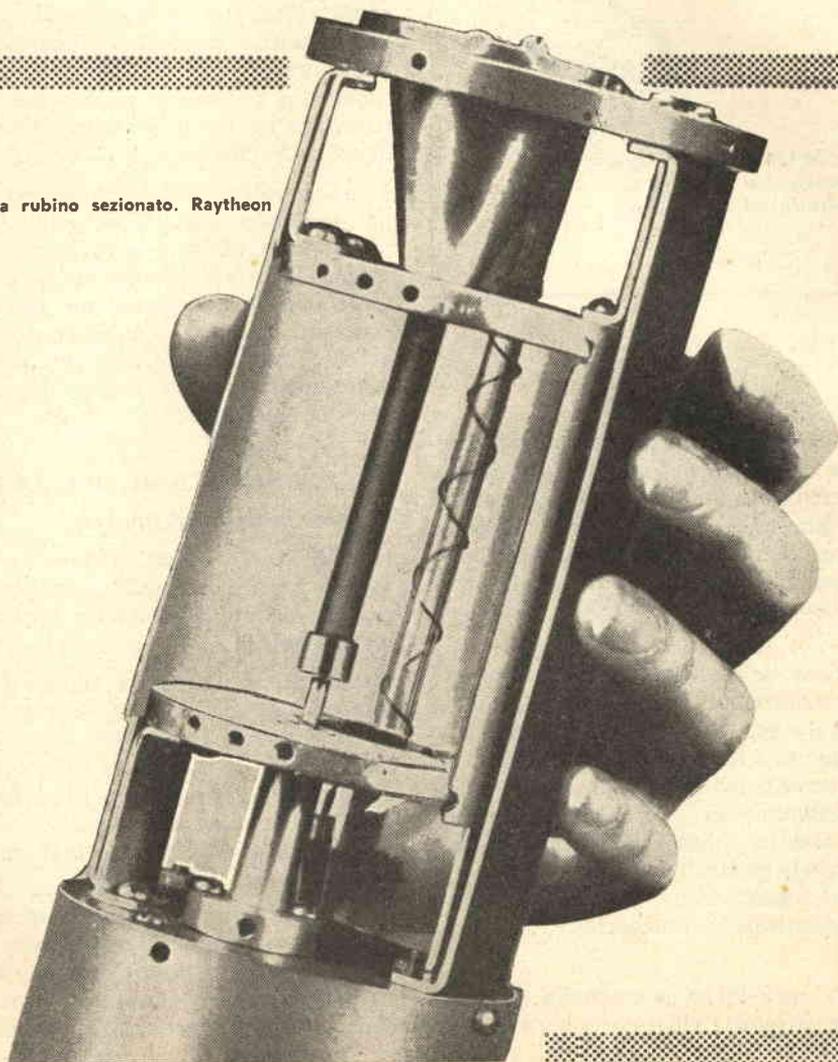
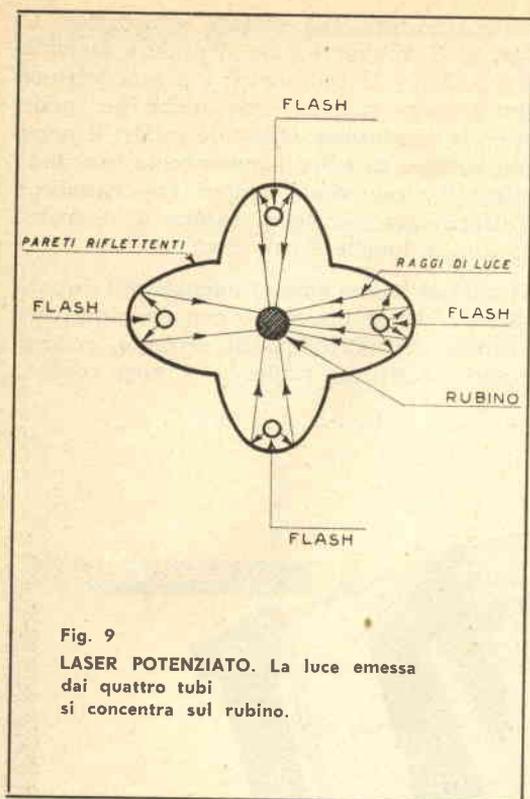



Fig. 9
LASER POTENZIATO. La luce emessa dai quattro tubi si concentra sul rubino.

genera in continuità impulsi di luce coerente. Le due estremità del rubino sono argentate e provocano un continuo rimbalzare dell'onda luminosa all'interno del cristallo, dando luogo a un fenomeno « rigenerativo », proprio come si trattasse di un oscillatore a tubo o a transistori con reazione positiva in atto.

L'argentatura dell'estremità d'uscita non è completa, e consente una parziale fuga della luce generata per permettere l'impiego allo esterno. Questa « fuga » corrisponde all'emissione di un'antenna radio collegata a uno stadio oscillatore in radiofrequenza estremamente stabile. Unica differenza tra i due tipi di segnali generati è la frequenza; dell'ordine del megaciclo per la radio, e dell'ordine dei diecimila kilomegacicli per il LASER.

Particolare cura viene posta nella preparazione delle estremità riflettenti, in modo che all'uscita del LASER vi sia un raggio luminoso pochissimo divergente; e questa caratteristica, superiore di gran lunga a quella ottenibile con il più perfetto riflettore ottico, consente al raggio emesso dal LASER di raggiungere distanze anche enormi senza notevoli dispersioni. Nelle applicazioni vedremo la grande importanza di ciò.

Se il rubino funziona a temperatura ambiente, il suo rendimento è molto basso e lavora unicamente a impulsi. Per aumentarne il rendimento e ottenere un'emissione continua, indispensabile per comunicazioni in fonia, lo si raffredda con Azoto liquido, portandolo così alla temperatura di lavoro ottima (77 gradi Kelvin, ossia — 196° C.).

Si possono inoltre sistemare più tubi al Xenon in un unico riflettore, la cui sezione sia a più ellissi con un fuoco comune, cosicchè una quantità quadrupla d'energia luminosa si concentra nel rubino posto nel fuoco comune. Un sistema di questo tipo è schematizzato in fig. 8 e la potenza ottenibile è quadruplicata rispetto al caso precedente.

Attualmente, come già menzionato, si stanno studiando molte altre sostanze per l'impiego nel LASER e pare che una miscela di gas Neon ed Elio sia tra le più promettenti. Questa consente un funzionamento continuo anche a temperatura ambiente e già ne sono costruiti dei prototipi usati in esperimenti e prove soprattutto nel campo delle comunicazioni.

APPLICAZIONI DEL LASER

Comunicazioni interspaziali

Il LASER è l'unico strumento in nostro possesso per convogliare energia elettromagnetica a grandi distanze senza eccessive dispersioni.

Consideriamo l'esempio significativo di comunicazioni col nostro satellite naturale. Se il Radar a fascio più stretto esistente convogliasse le sue onde sulla Luna, ne investirebbe col suo fascio tutta la superficie visibile e ancora molta energia andrebbe a perdersi negli spazi oltre la Luna (fig. 10).

Un'antenna ricevente sistemata ad esempio in qualche cratere lunare capterebbe una frazione molto piccola dell'energia emessa dalla Terra. Il LASER, invece, se ben costruito, è capace, a questa rispettabile distanza, di coprire col suo fascio una regione lunare dell'ordine del chilometro e un or-

gano ricevente ivi collocato, sfrutterebbe gran parte dell'energia trasmessa.

Nella figura 10 sono confrontati i due fasci; tuttavia non è possibile rendersi esattamente conto delle proporzioni del fascio luminoso del LASER, poichè per necessità di disegno è stato disegnato ben più ampio del reale. Un' esatta valutazione dell' area coperta dal nuovo mezzo di comunicazione, è possibile solo su un particolare di Luna. Così nella foto di fig. 11 è visibile chiaramente il punto su cui andrebbe a cadere il fascio trasmesso dal Laser.

Le possibilità aperte da questo mezzo per le future comunicazioni spaziali sono evidenti e l'impiego di una portante luminosa in sostituzione delle portanti radio attualmente in uso, rende di facile realizzabilità comunicazioni con sonde spaziali che si trovino in prossimità anche dei più lontani pianeti.

E l'impulso dato sia negli Stati Uniti che nell'Unione Sovietica alla ricerca in questo

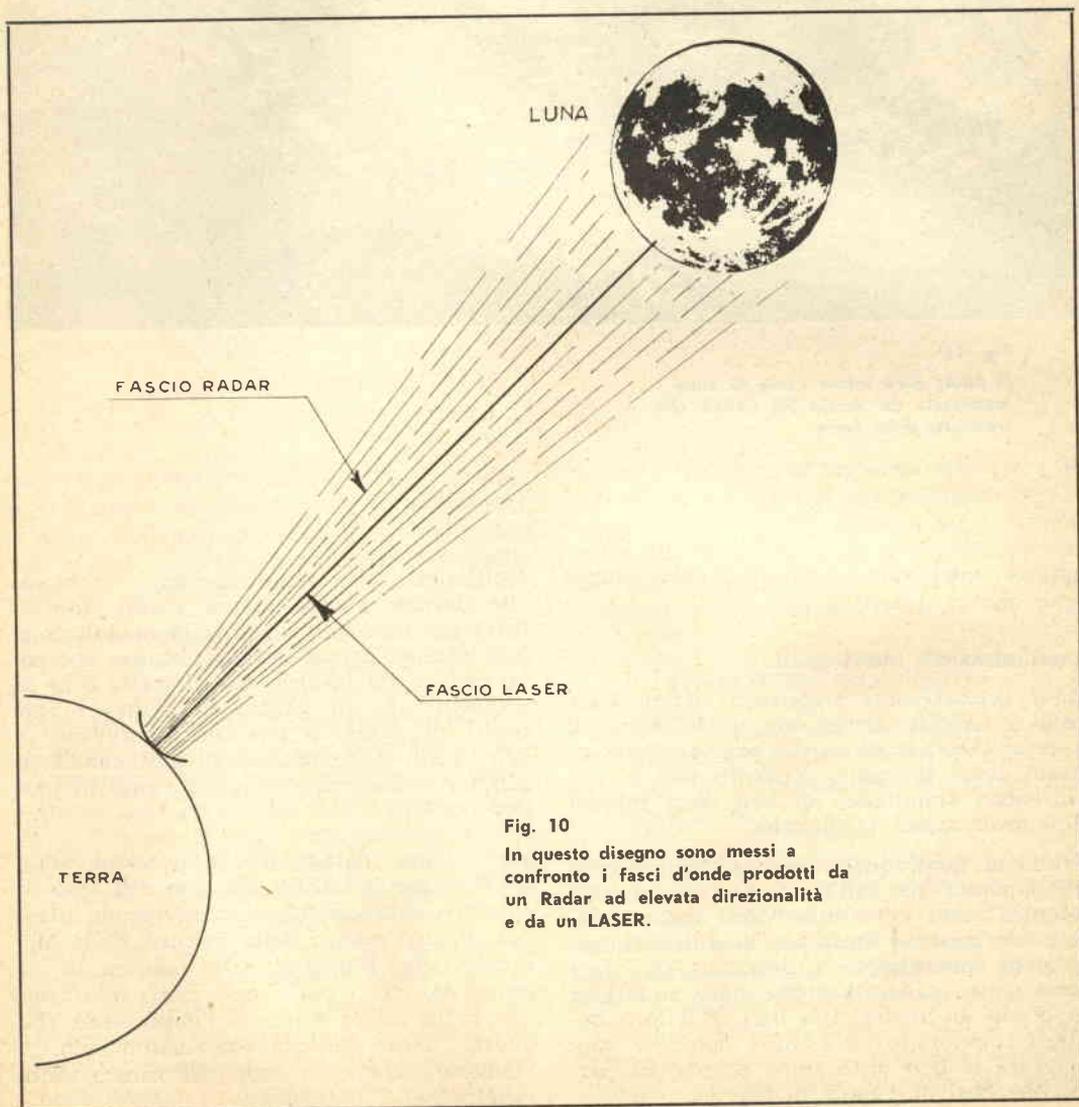



Fig. 10
In questo disegno sono messi a confronto i fasci d'onde prodotti da un Radar ad elevata direzionalità e da un LASER.

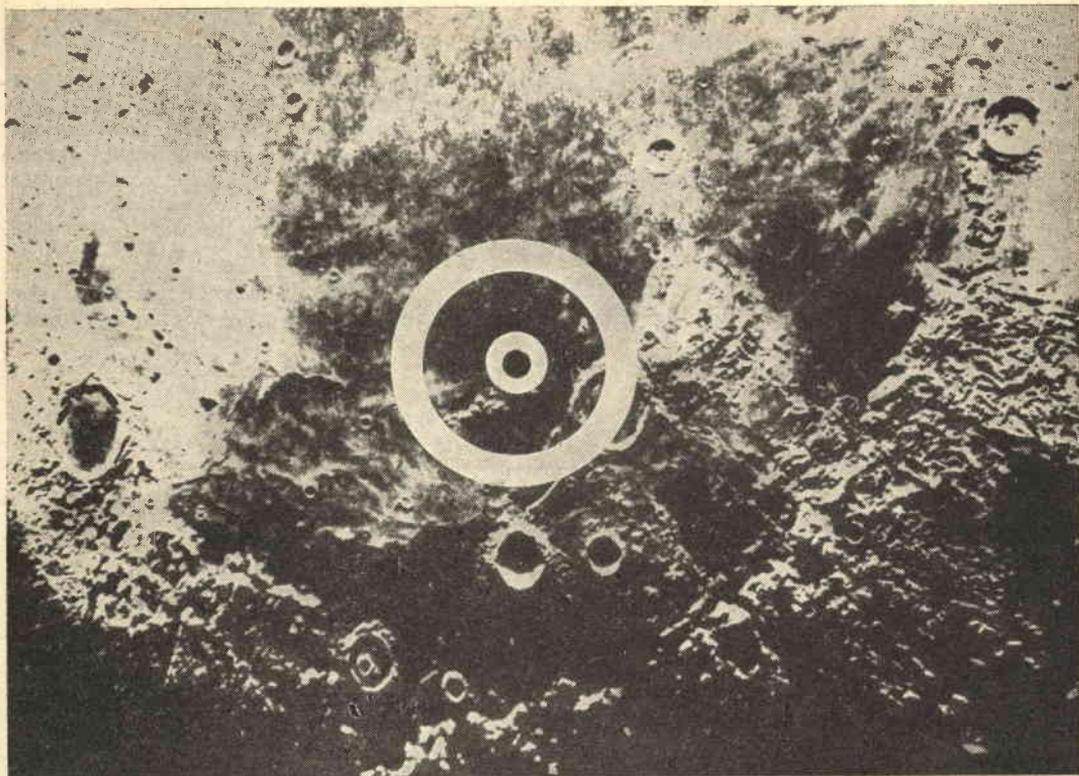



Fig. 11
Il punto nero indica l'area di Luna interessata dal fascio del LASER che trasmette dalla Terra.

settore sono palesi conferme delle grandi cose che ci si aspetta.

Comunicazioni multicanali.

Data l'elevatissima frequenza su cui lavorano i LASER, anche una modulazione di appena l'un per cento del raggio luminoso, usato come portante, consentirebbe la trasmissione simultanea di ben dieci milioni di conversazioni telefoniche.

Problemi quali quelli oggi esistenti per lo affollamento sia dell'etere che dei cavi telefonici, sono ormai risolvibili radicalmente e non esistono limiti alle quantità d'informazioni convogliabili a distanza. Tra l'altro sono state realizzate anche fibre sintetiche in grado di condurre la luce, e il loro impiego combinato col LASER potrebbe soppiantare le ben note guide d'onda. Si parlerebbe così di « guide di luce ».

Moltissimi sono naturalmente i problemi che devono ancora essere risolti, soprattutto per quel che riguarda la modulazione e la demodulazione della radiazione coerente emessa dal LASER. Ma si tratta solo di problemi che di giorno in giorno i vari centri di studio e laboratori risolvono, e ben presto le comunicazioni multicanali su gamma ottica entreranno nella fase di pratico impiego.

Molte altre particolari applicazioni sono previste per il LASER che non è il caso di elencare, abbracciando esse un'enorme quantità di altri settori delle Scienze, dalla Medicina alla Biologia, dalla siderurgia ai radar. Ma già i pochi casi citati mostrano con indiscutibile evidenza l'importanza che questa nuova tecnica sta assumendo, e l'influenza che essa avrà nel futuro della elettronica.

COSTRUITE QUESTO SEMPLICE VERSATILE ALIMENTATORE VARIABILE

del Prof. BRUNO NASCIMBEN

Nel corso di esperimenti e nel lavoro costruttivo il radio amatore si trova ripetutamente a dover realizzare semplici circuiti ad una o due valvole che richiedono tensioni anodiche inferiori ai 300 volt.

Alimentare questi circuiti con un alimentatore normale, erogante i soliti 250-300 volt, mediante una resistenza di caduta è sempre fastidioso perchè il calcolare l'esatto valore richiesto fa perdere tempo, e risulta per i meno esperti qualche volta imbarazzante. Ma il sistema indicato è soprattutto poco funzionale, e presenta una certa rigidità perchè non si può fornire la tensione anodica più opportuna senza più volte provare, e per fare questo si dovrebbero inserire e disinserire diversi resistori. E' vero che si potrebbe utilizzare come resistenza di caduta (da mettere in serie al circuito da alimentare) un potenziometro a filo come reostato, ma questo dovrebbe risultare di elevato wattaggio, e per questo motivo in commercio il suo costo è elevato e non sempre facile da reperire. Con lo scopo di risolvere questi problemi che abbiamo indicato e per dare un vero aiuto a chi si diletta a progettare e costruire nuovi circuiti, ho ideato questo Semplice Versatile Alimentatore Variabile.

LO SCHEMA ELETTRICO

Non mi dilungherò ora in discussioni teoriche, ma semplicemente darò un cenno sul principio di funzionamento di questo tipo di alimentatore.

Analizzando il disegno di Fig. 1 si nota che una valvola è usata come resistore di caduta che verrà a risultare in serie con il circuito che si vuole alimentare. Dobbiamo precisare che l'idea non è nuova, ma dobbiamo immodestamente aggiungere che proprio dal vagliare il pro e il contro di altri circuiti ci è stato permesso di disegnare il presente complesso rivelatosi di notevole praticità ed econo-

mia. Riprendendo dunque l'esame dello schema elettrico dobbiamo rammentare che in una valvola la corrente che scorre dipende in gran parte dalla polarizzazione che viene data dalla griglia. Pertanto una valvola in effetti si può considerare una resistenza variabile facilmente controllabile per mezzo della polarizzazione di griglia, da regolare con un *consueto ed economico* potenziometro a carbone. In molti circuiti di alimentatori variabili da noi esaminati, si utilizza la valvola anche come raddrizzatrice; il vantaggio che sembra così di raggingere è soltanto apparente. Infatti l'alimentatore risultante viene ad avere diverse limitazioni dovute in parte alla tensione inversa presente tra griglia e placca.

Una limitazione spesso accettata è in particolare il fatto che la tensione minima disponibile all'uscita è di 50 volt e non si può raggiungere lo zero. In realtà per ottenere una

ELENCO COMPONENTI

T1 - Trasformatore di alimentazione pri-primario universale, secondari 250 V 50 mA 6,3 V 1,5 A

RS - raddrizzatore al selenio 250 V 150 mA SIEMENS E/115.

V1 - 6L6 (leggere testo).

R1 - 39 kΩ 2 W

R2 - 500 Ω 10 W

R3 - 47 kΩ 2 W

R4 - 47 kΩ 2 W

R5 - 270 Ω 2 W

R6 - R7 - potenziometro doppio 0,5 MΩ + + 0,5 MΩ 1 W + 1 W

R8 - 470 kΩ1 W

C1 - 32 μF VL = 350 VI 450

C2 - 32 μ » »

S1 - interruttore a levetta - leggere testo

S2 - interruttore a levetta - di rete - facoltativo.

A - B - C - commutatore 3 vie - 3 posizioni.

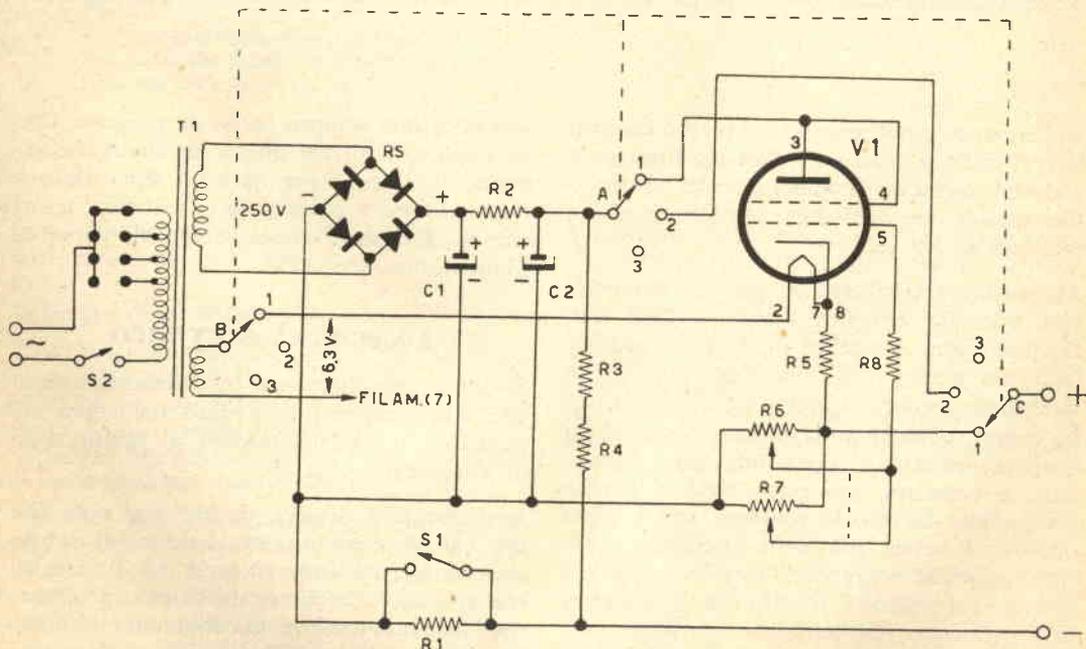



Fig. 1

escursione complete della tensione d'uscita da un massimo (dipendente dal trasformatore e dal tipo di valvola usata) allo zero si deve poter dare alla griglia un potenziale negativo e ciò complica i circuiti notevolmente. Il nostro alimentatore risulta invece di estrema praticità ed è sufficente ruotare una manopola per avere senza soluzione di continuità qualsiasi tensione compresa tra lo zero e un massimo di 350 volt. E' doveroso sottolineare tuttavia che la potenza che può dare un alimentatore di questo tipo dipende dalla valvola impiegata, e precisamente non si può pretendere che la valvola dissipi una potenza superiore a quella che può sopportare. Se ad esempio abbiamo regolato l'alimentatore per una tensione d'uscita di 10 volt dobbiamo tenere conto che la tensione di 340 volt (= a 350 - 10) è la tensione presente sulla valvola dell'alimentatore.

Essendo dunque limitata la dissipazione che può dare la valvola, dobbiamo precisare che la corrente disponibile all'uscita di questo tipo di alimentatore non è inversamente proporzionale alla tensione d'uscita. Quindi é necessario, oltre che per comodità, per ragioni di sicurezza avere un voltmetro e un milliamperometro fissi all'uscita di questo alimentatore.

PRATICITA'

Al fine di utilizzare al massimo tutte le possibilità offerte dai singoli componenti del circuito abbiamo studiato il progetto in modo da poterlo utilizzare anche come alimentatore normale di media potenza per fornire la tensione anodica per esempio ad un amplificatore, ad un modulatore oppure a un ricevitore, quando non abbiano esigenze particolari in fatto di tensioni.

Per mezzo del commutatore a tre posizioni si può selezionare il funzionamento richiesto all'alimentatore, e precisamente: in posizione N. 1 abbiamo la tensione d'uscita regolabile. In posizione N. 2 il funzionamento normale. In posizione N. 3 nessuna tensione anodica ma semplicemente quella di 6,3V per l'accensione dei filamenti (presente anche in N. 1 e N. 2) che definiremo

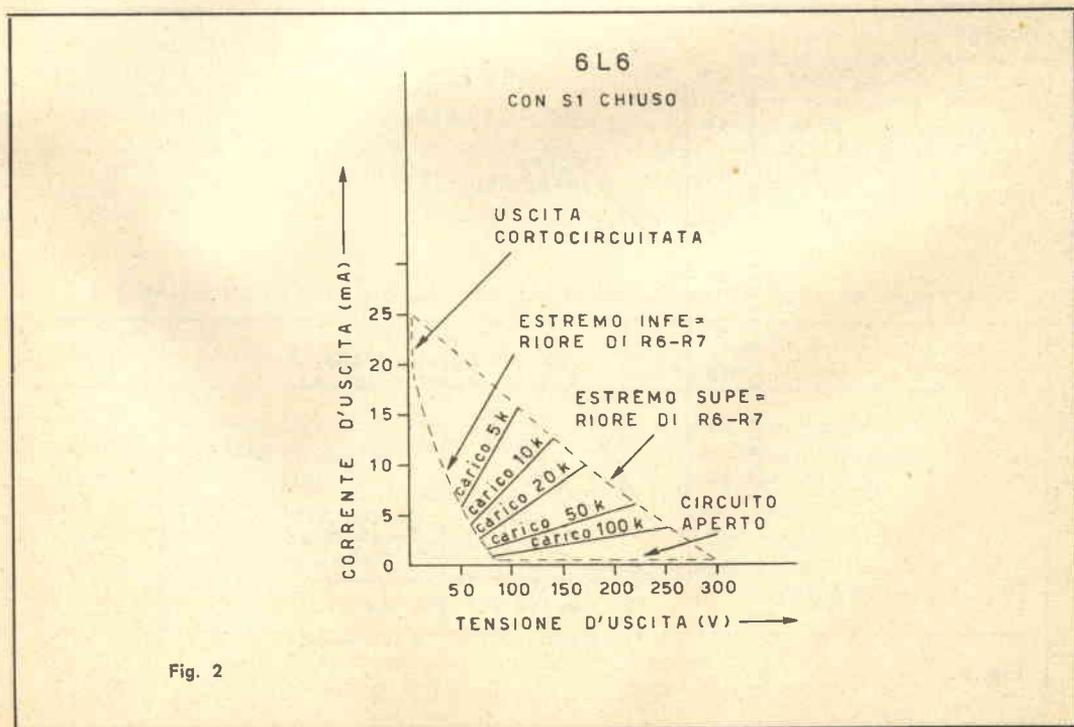



Fig. 2

« stand-by » o di attesa. L'interruttore S1 offre due gamme di tensioni variabili, quando il commutatore è in posizione N. 1: chiuso la tensione minima è di 50volt, aperto permette di raggiungere lo zero. I resistori sono stati tutti ampiamente dimensionati compreso il potenziometro che risulta essere uno di tipo doppio connesso in parallelo come si può vedere dallo schema elettrico.

Il telaio non deve essere collegato al negativo così da evitare il pericolo di scosse. Il cablaggio dell'intero complesso non è per niente critico.

VARIANTI

In Fig. 2 è disegnato il diagramma della corrente disponibile in relazione ai diversi valori di tensione presenti all'uscita utilizzando la valvola indicata in Fig. 1. Tuttavia se qualche lettore desidera delle correnti più elevate potrà usare una 807 anzichè la 6L6, ed uniche varianti da fare saranno quelle di sostuire lo zoccolo e il resistore da 270 ohm con uno da 120 ohm 1W. In Fig. 3 è disegnato il diagramma della corrente disponibile con la 807. Vogliamo suggerire inoltre che la EL84 e la 6V6 possono sostituire la 6L6, mentre la EL34 può sostituire la 807.

Lo schema pratico per un alimentatore come è facile immaginarsi non è di particolare importanza, ed il fare collegamenti brevi disponendo i componenti nel modo migliore è più una questione di estetica che di funzionalità. Quando i collegamenti saranno stati fatti esattamente il successo non potrà mancare.

UNA NOTA IMPORTANTE

Per utilizzare la tensione alternata a 6,3V dell'alimentatore per l'accensione di filamenti, è necessario accertarsi che non abbiano un estremo collegato a massa. In questo caso non è possibile avere la tensione anodica variabile che si richiede. Al contrario quando il commutatore è in posizione 2 ciò è possibile.

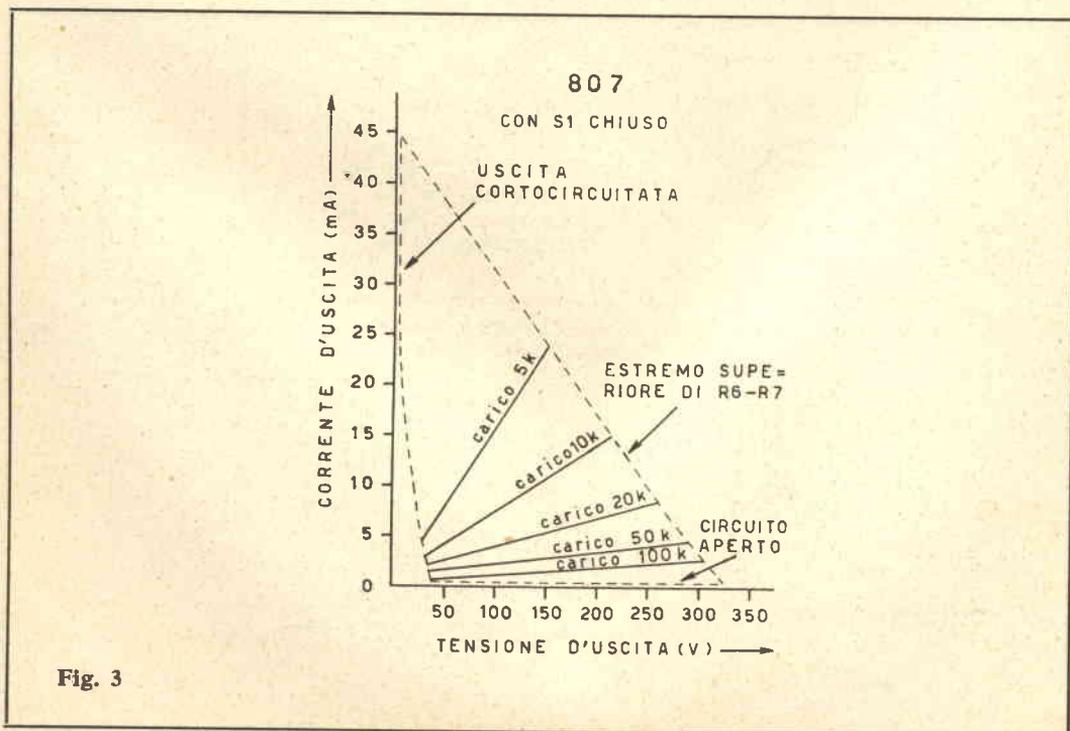



Fig. 3

★ Preghiamo tutti coloro che indirizzano consulenza alla nostra Redazione di voler cortesemente scrivere a macchina (quando possibile) e comunque in forma chiara e succinta.

Inoltre si specifica che **non deve essere inoltrata alcuna somma di denaro per la consulenza,** le eventuali spese da affrontare vengono preventivamente comunicate al Lettore e quindi concordate.

Ciò ad evitare che, nella impossibilità di reperire schemi o notizie la Rivista sia costretta a tenere una pesante contabilità per il controllo dei sospesi. ★

A TUTTI I LETTORI che errano senza saperlo

Wolts, Ohms, Watt, Ma, Mc... tutti simboli SBAGLIATI; si, Signori, sbagliati come è sbagliato fIAT, ALF romeos, Buithoni, montekatini ecc.

Un simbolo, un marchio, un cognome, non possono essere cambiati senza generare confusione.

Ben pochi hanno le idee chiare al proposito, a cominciare da certa stampa « elettronica » di scarsa cultura imbevuta di americanismi mal digeriti, che purtroppo è la prima a confondere le idee.

Vorrei provare a chiarire queste idee e dirò immodestamente (fatte le dovute proporzioni tra Dante e me)

Ma io ti solverò tosto la mente;
E tu ascolta, chè le mie parole
Di gran sentenza ti faran presente.

Gli errori più comuni avvengono sulle unità di misura, sui loro simboli e sui simboli di multipli e sottomultipli.

Pubblico pertanto tabelle al riguardo; va aggiunto che le unità di misura sono indeclinabili, pertanto non assumono desinenze particolari per il plurale, checchè facciano gli statunitensi, maestri nell'arte della deformazione fonetica e letterale.

TABELLA DELLE UNITÀ DI MISURA (per la consulenza "A tutti i lettori„)

Misura di	Unità di misura	Simbolo	Scienziato dal cui cognome deriva l'unità di misura
tensione	volt (o volta)	V	Alessandro Volta
corrente	ampere (o ampère)	A	André Marie Ampère
resistenza	ohm	Ω	Georg Simon Ohm
potenza	watt	W	James Watt
capacità	farad	F	Michel Faraday
induttanza	henry	H	Joseph Henry
frequenza	hertz	Hz	Heinrich Rhudolf Hertz

Note: E' ammessa l'abbreviazione amp al posto di ampere.
1 hertz equivale a 1 ciclo al secondo pertanto ha anche il simbolo c/s

TABELLA DEI MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI (per la consulenza "A tutti i lettori,,)

Denomin.	Fattore di moltiplicazione	Simbolo
mega	1.000.000 = 10^6	M
chilo (kilo)	1.000 = 10^3	k
milli	1/1.000 = 10^{-3}	m
micro (millimilli)	1/1.000.000 = 10^{-6}	μ (mm)
nano (millimicro)	1/1.000.000.000 = 10^{-9}	n (mμ)
pico (micromicro)	1/1.000.000.000.000 = 10^{-12}	p (μμ)

TABELLA DEGLI ERRORI PIÙ COMUNI (per la consulenza "A tutti i lettori,,)

Unità di misura	Simbolo esatto	errori più comuni
volt	V	Volt, Volts, volts, Wolt, Wolts, v.
chilovolt (kilovolt)	kV	chiloVolt, chilovolts, KV.
millivolt	mV	milliVolt, millivolts, mv.
microvolt	μV (mmV)	microVolt, microvolts, μv.
ampere	A	Ampere, amperes, amps, a.
milliampere	mA	milliAmperes, milliamps, Ma(!).
microampere	μA (mmA)	microAmperes, ma(!).
ohm	Ω	Ohm, Ohms, ohms.
megaohm	MΩ	MOhm, MOhms, Mohms.
chiloohm (kiloohm)	kΩ	KOhm, KΩ.
watt	W	Watt, Watts, watts, w.
chilowatt (kilowatt)	kW	KW, chiloWatts.
milliwatt	mW	milliWatt, milliwatts.
microfarad	μF (mmF)	microFarad, mF(!), μf.
nanofarad	nF (mμF)	nf, KpF (non esiste), n.
picofarad	pF	pf.
henry	H	h, Henry, Henrys.
millihenry	mH	mh, milliHenry, millihenries (!).
microhenry	μH (mmH)	μh, microHenry, microhenries.
hertz - ciclo/secondo	Hz - c/s	Hertz, hz, c, ciclo-sec.
megahertz megaciclo/s.	MHz - Mc/s	Mhz, Mc, MC/s.
chilohertz (kilohertz) chilociclo/sec - kilociclo/sec	kHz - kc/s	Khz, khz, Kc, kc, Kc/s.

Molti Lettori.

Hanno scritto lamentando la scarsa leggibilità dei valori dei componimenti relativi all'articolo « Selezione di circuiti celebri » pubblicato sul numero di settembre corrente anno

Purtroppo è verissimo e ci spiace: è stata una grave disattenzione che non si ripeterà. Dato il grande interesse che gli schemi hanno suscitato li ripubblichiamo tutti di seguito, per consentire agli interessati di procedere al montaggio.

Rinnoviamo le nostre scuse anche all'Autore dell'articolo.

* * *

Rag. Achille Ceresa, Brescia.

Sono interessato alla costruzione dello strobo-flash descritto sulla rivista C. D. n. 8 dell'agosto 1960. Purtroppo non sono riuscito a trovare la ignitron da Voi citata. Mi sono recato da vari surplussari in Bologna ed a Milano, ma nessuno ne era in possesso. Solo la ditta Traco rappresentante della Sylvania mi disse che si sarebbero potuti avere ma ordinandone una decina. Potrete ben capire che al prezzo quotatomi di L. 7.600 cad. ciò mi era impossibile.

Chiederei a Voi se fosse possibile inviarmene uno per la suddetta prova, anche quello eventualmente da Voi usato per il montaggio sperimentale.

Purtroppo al momento non ci è possibile accontentar-

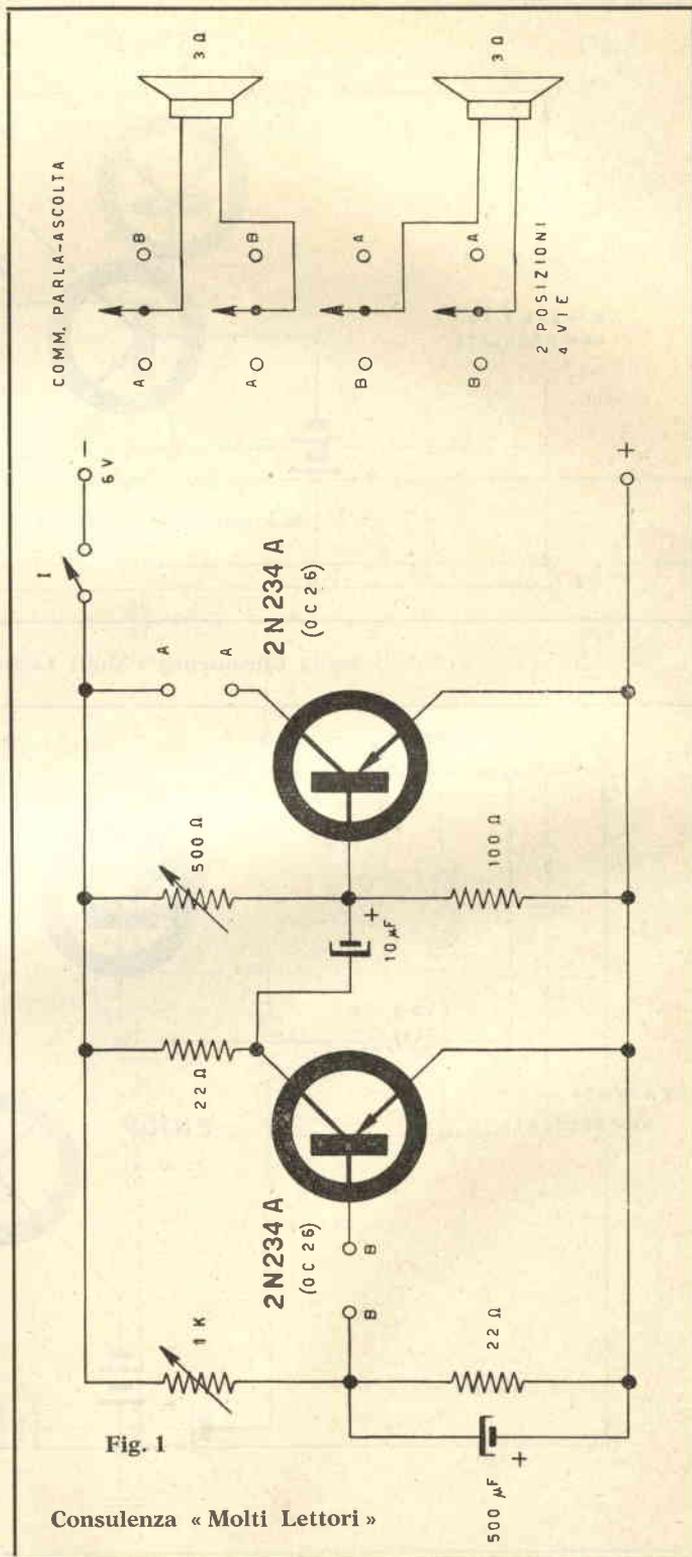



Fig. 1

Consulenza « Molti Lettori »

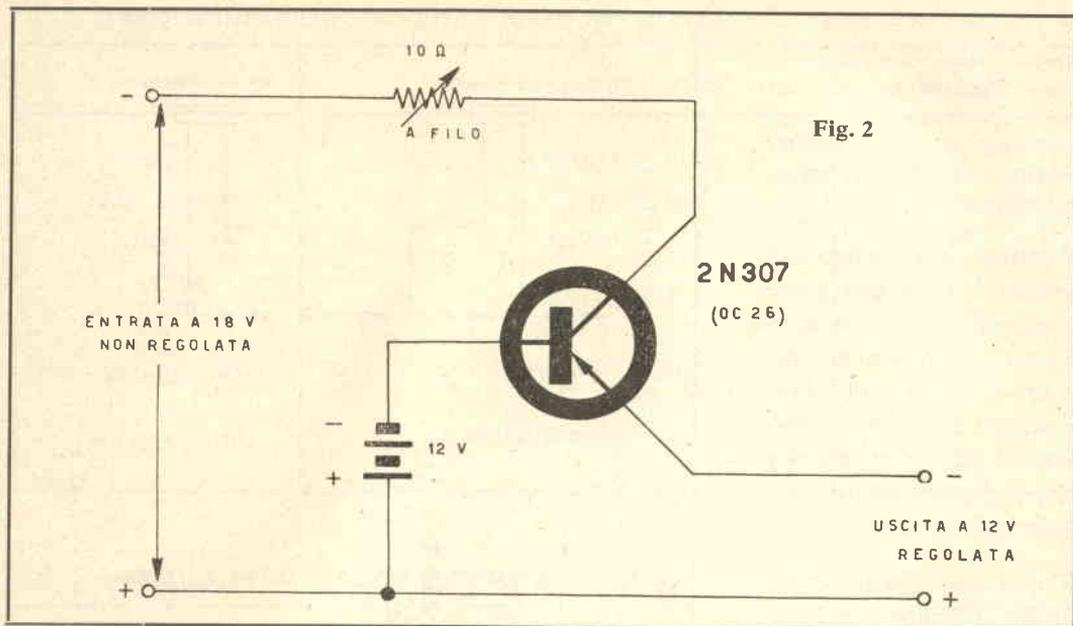
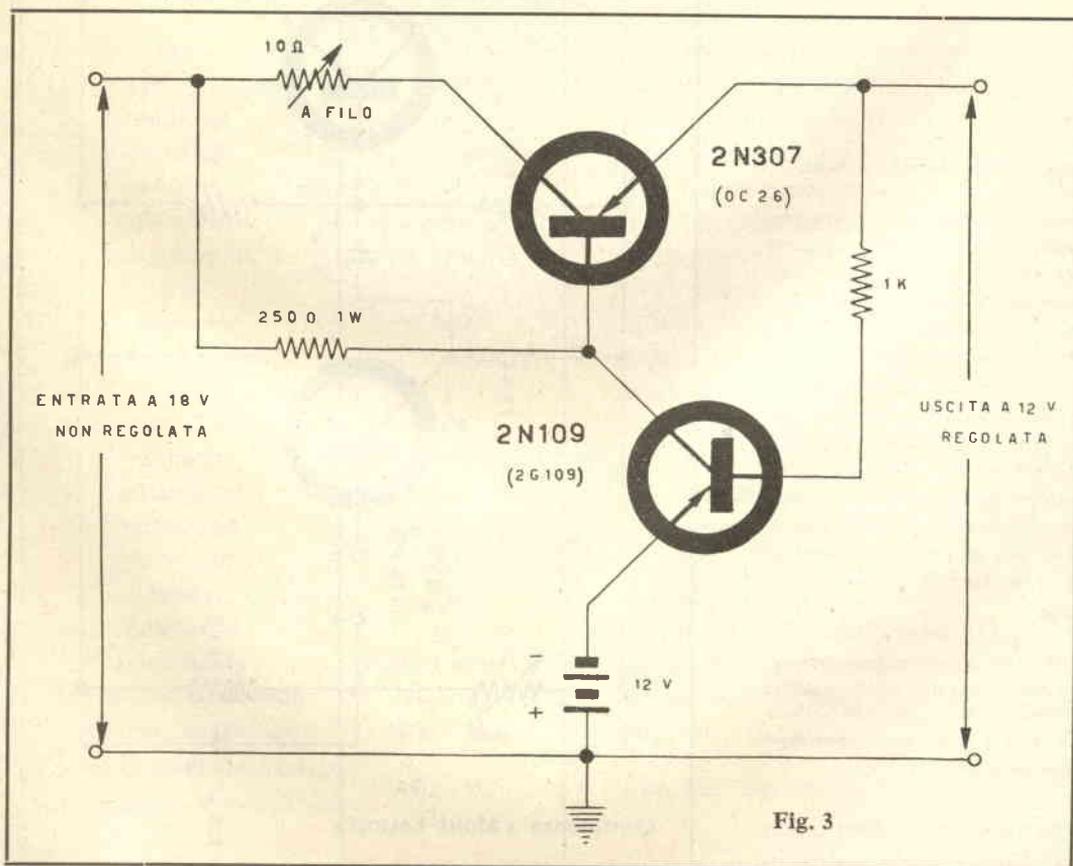
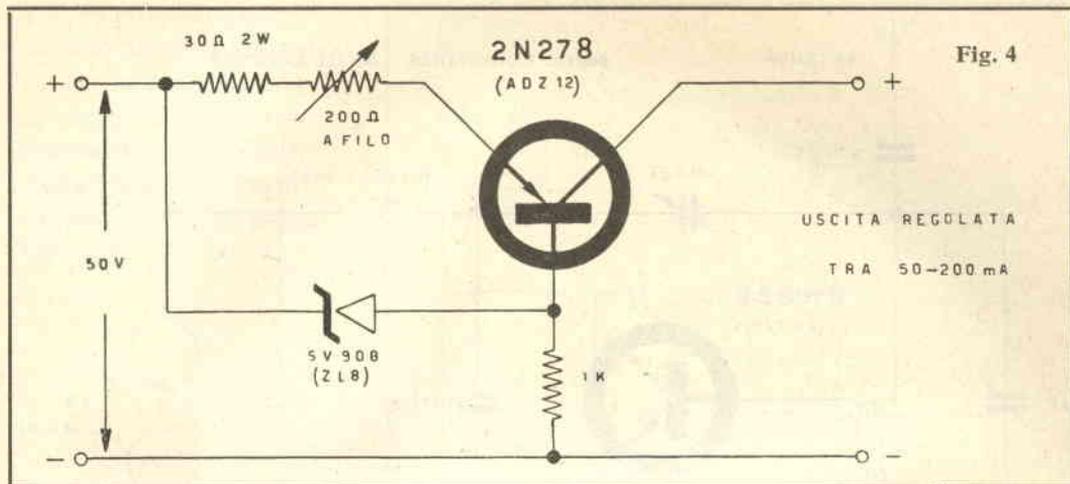
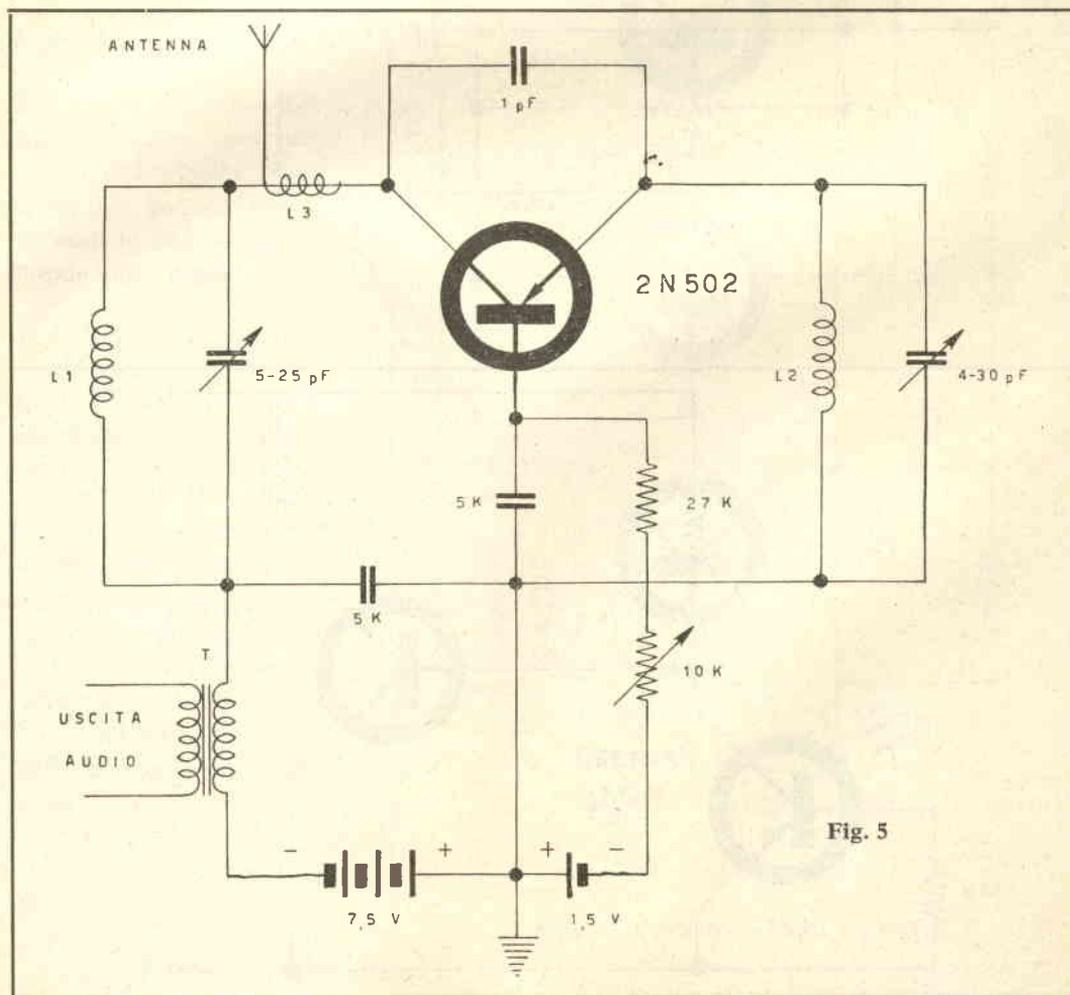
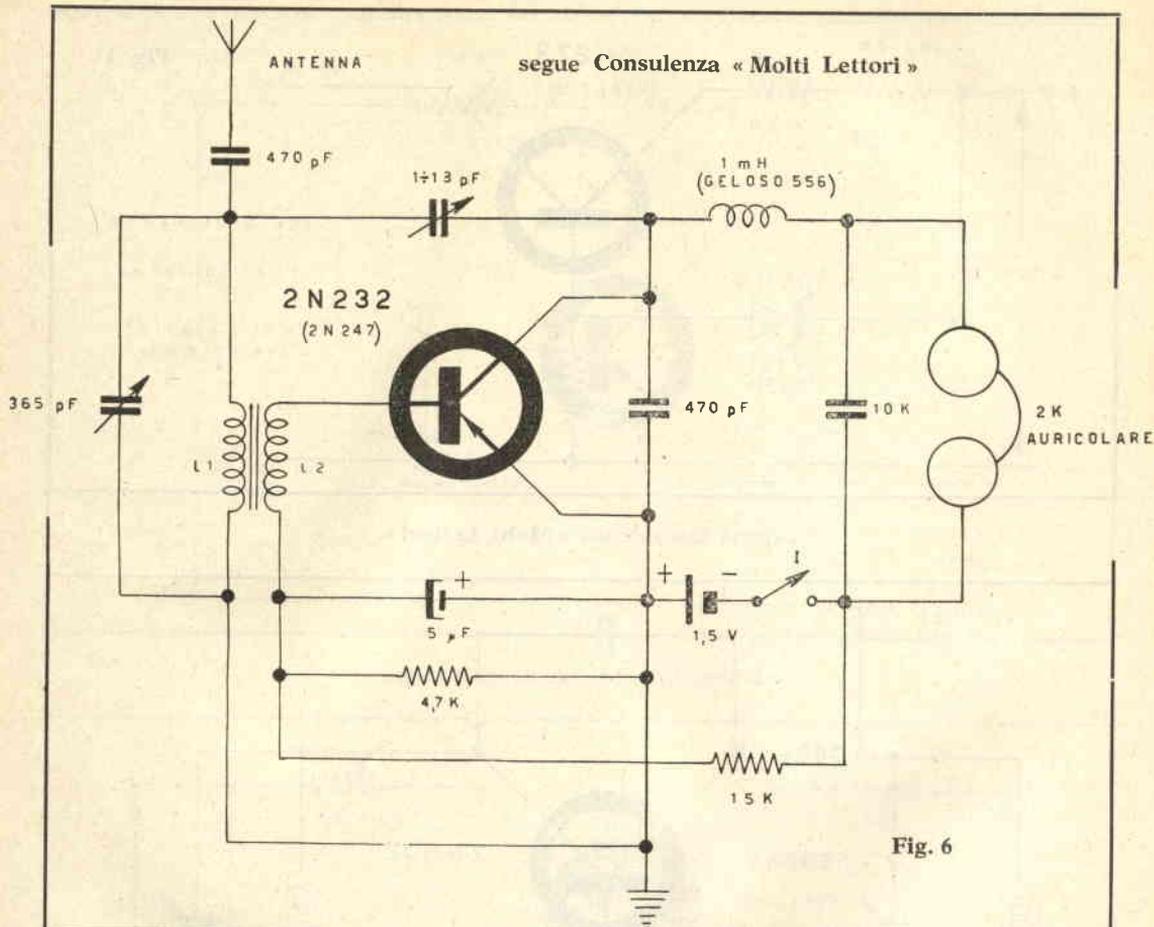
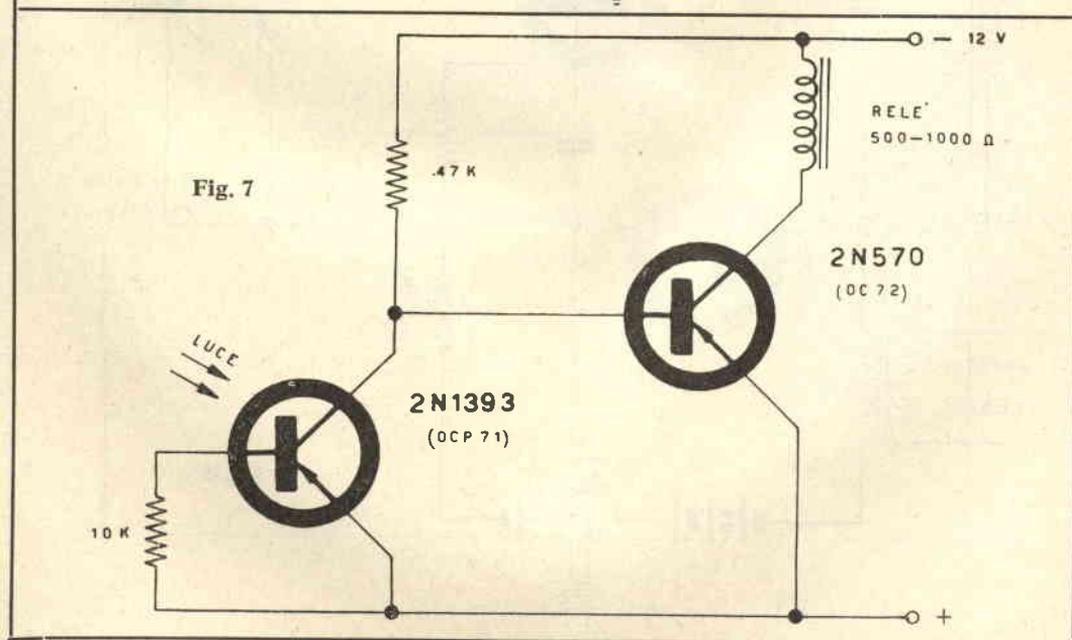



Fig. 4

segue Consulenza « Molti Lettori »

ANTENNA
1 pF
L 3
2N502
L 1
5-25 pF
L 2
4-30 pF
5 K
27 K
5 K
T
10 K
USCITA AUDIO
7,5 V
1,5 V

Fig. 5

La: ci fu all'epoca dell'articolo un'« ondata » di tali valvole, che ora sono esaurite presso i surplussari. Ci permettiamo consigliarLe una indagine presso privati, facendo inserzione su « Offerte e richieste ».

* * *

Sig. Luigi Esposito, Napoli

Desidera schema di radiotelefono a 3 o 4 transistori con portata di almeno 2 km.

Con 3 o 4 transistori (di tipo « normale » come vuole Lei) difficilmente potrà avere tale portata **garantita** ossia in qualunque condizione ambientale.

In città potrà conseguirla solo usando antenne sopra il tetto; invece in campagna potrà ottenere buoni risultati anche con gli stili.

Sul numero di dicembre al riguardo troverà uno degli articoli più interessanti mai pubblicati da C. D.: una stazione fissa a valvole e due stazioni mobili transistorizzate su 144 MHz in una unica dettagliata e completa presentazione!

* * *

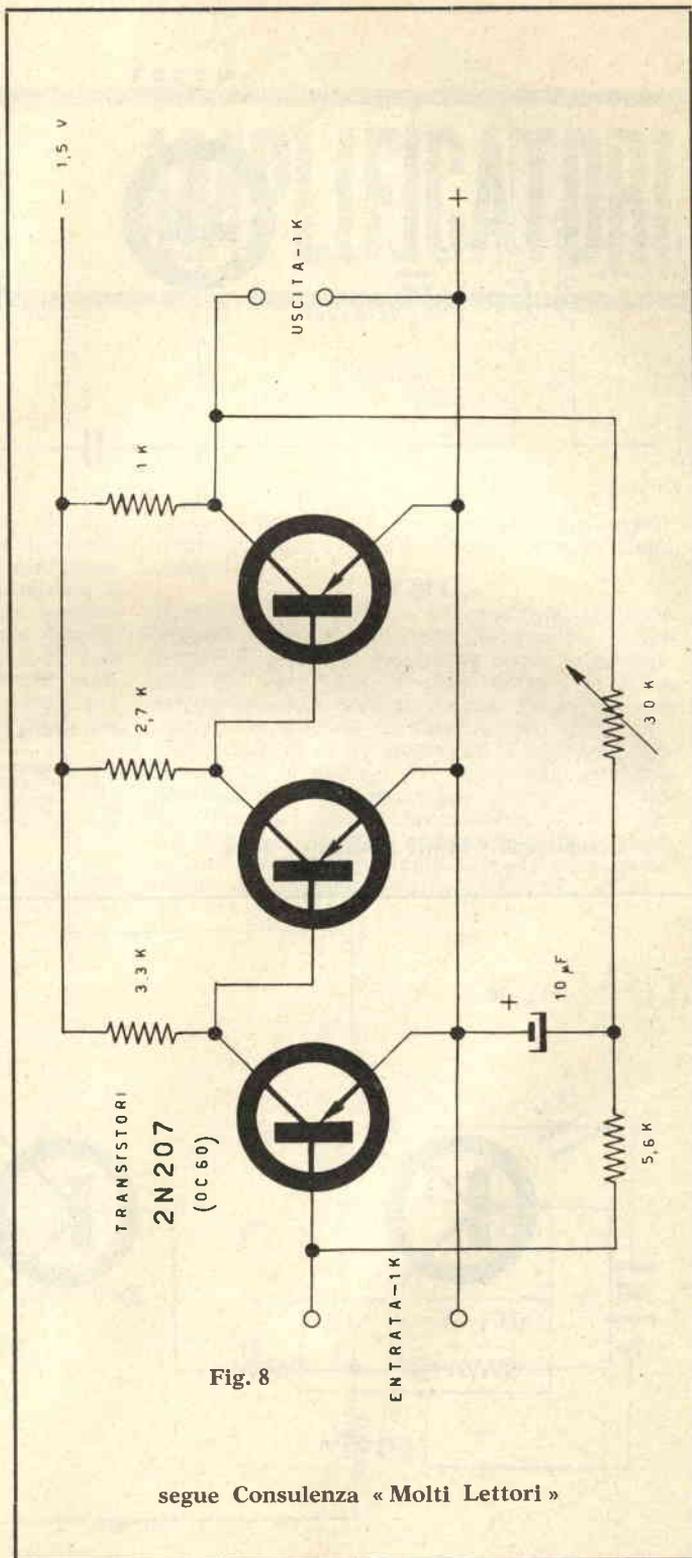



Fig. 8

segue Consulenza « Molti Lettori »

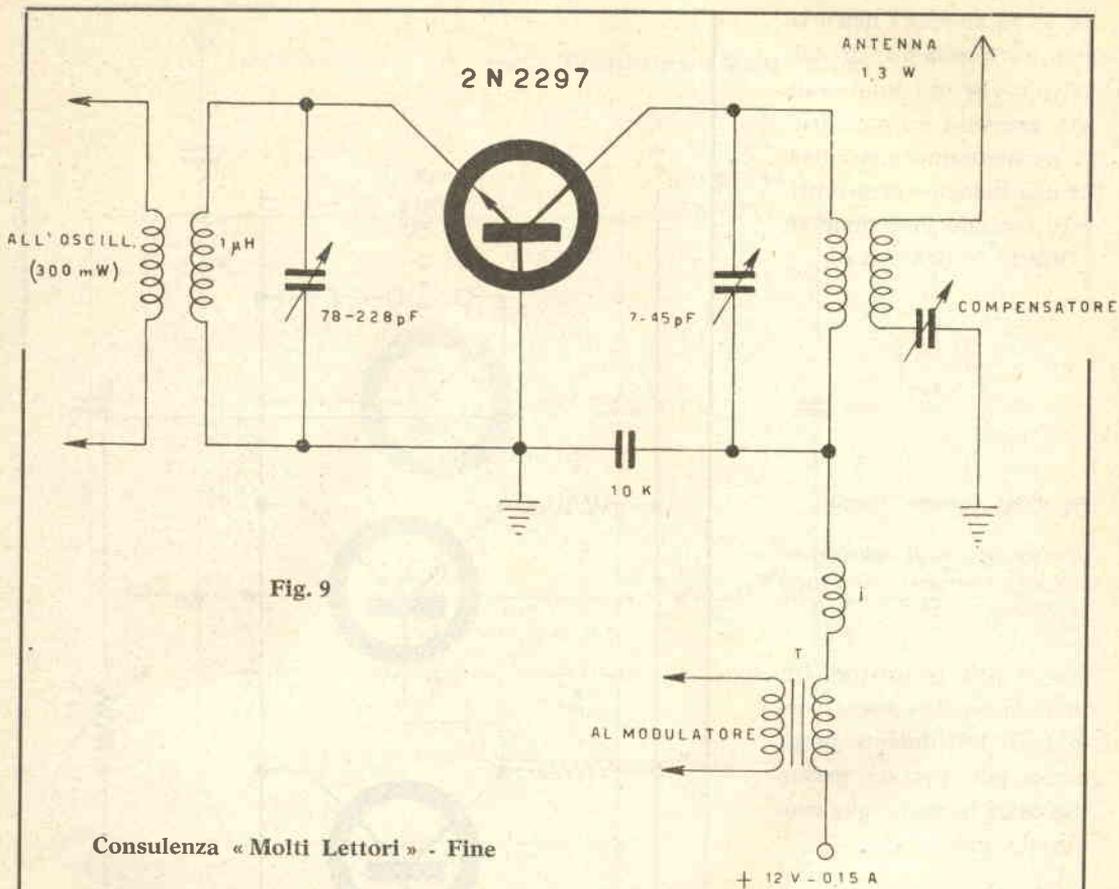
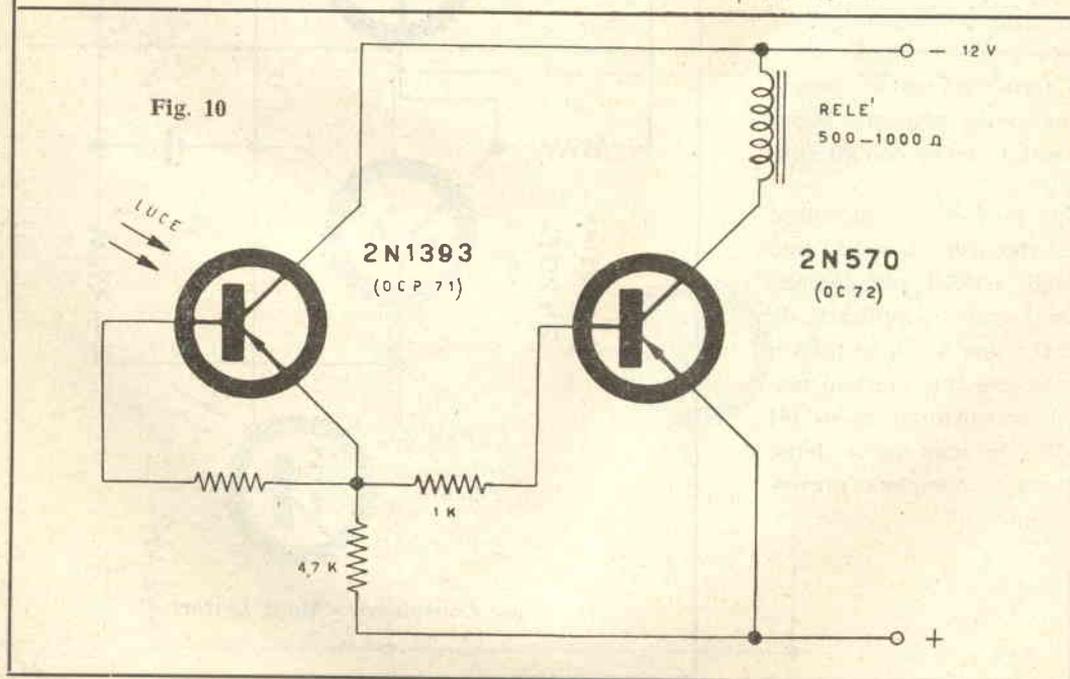
Fig. 9

Consulenza « Molti Lettori » - Fine

Fig. 10

I DIODI... AMPLIFICATORI

★ Sebbene la tecnica e l'impiego dei diodi al germanio, al silicio, al selenio e all'ossidulo di rame, quali elementi rivelatori, raddrizzatori, stabilizzatori, moltiplicatori di tensione e di frequenza, tanto nel campo delle audiofrequenze che in tutto lo spettro delle radiofrequenze, sia universalmente noto, sono purtuttavia assai meno noti quei diodi che l'Autore, **Zelindo Gandini** ama definire « diodi amplificatori », cioè i diodi Tunnel e Zener. ★

Le caratteristiche dei Tunnel e degli Zener sono tali da consentire la produzione e la amplificazione di oscillazioni a radiofrequenza, con rendimento insperato.

Per comprendere le straordinarie caratteristiche e il meccanismo fisico di semiconduzione di detti diodi è opportuno presentarli, tratteggiando, a grandi linee, i principi fisici coinvolti.

IL DIODO TUNNEL - Fisicamente, il diodo Tunnel è un componente elettronico, consistente in una sola giunzione semiconduttrice tipo *PN*, provvisto di due reofori: si differenzia sostanzialmente da un diodo convenzionale in quanto la conduttività dei materiali, tipo *P* e *N*, impiegati nella sua fabbricazione, è mille e più volte superiore alla conducibilità del materiale usato nella costruzione del diodo convenzionale. L'alta conducibilità è ottenuta aumentando le impurità dei donatori e degli accoglitori e riducendo lo spessore della giunzione sino a $2{,}5 \cdot 10^{-6}$ cm.

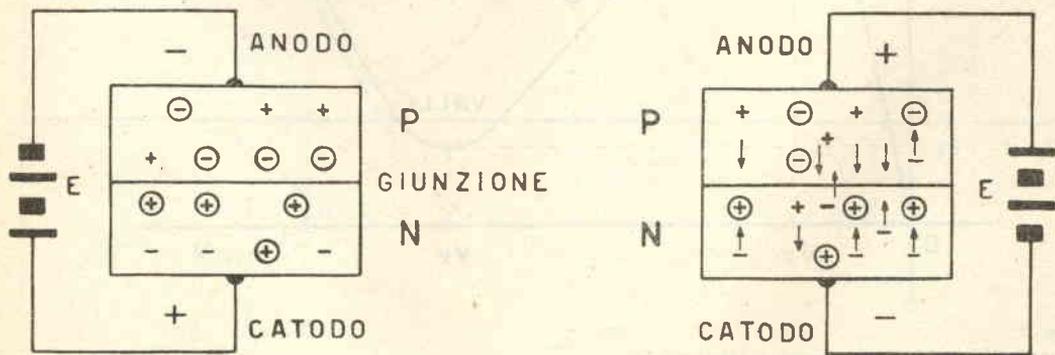



Fig. 1

La estrema sottigliezza della giunzione permette agli elettroni di incanalarsi attraverso la giunzione anche se non hanno sufficiente energia per superare la barriera di potenziale della giunzione. La fisica classica si è dimostrata impotente a spiegare il fenomeno del tunneling », perciò si è dovuta invocare la teoria dei « quanta meccanici » e il meccanismo viene comunemente chiamato « quantum mechanical tunneling ». Con riferimento alla figura 1), si può osservare che il diodo, sottoposto a un campo elettrico inverso, non presenta elettroni liberi nella regione *P*, nè buchi liberi nella regione N, per la conduzione delle cariche attraverso la giunzione. Nel diodo tunnel, comunque, una piccola tensione inversa causa l'incanalamento degli elettroni di valenza degli atomi semiconduttori attraverso la giunzione stessa nella regione N e così il diodo conduce sotto un campo elettrico inverso. Per un valore piccolo della tensione diretta applicata, il diodo convenzionale non conduce, dal momento che i buchi e gli elettroni non hanno sufficiente energia per superare la barriera di potenziale della giunzione. Nel diodo tunnel una piccola tensione diretta provoca il « tunneling » degli elettroni della regione *N*, attraverso la giunzione, nella regione *P*. In questo modo il diodo tunnel conduce anche per valori piccoli di polarizzazione diretta; se questa aumenta, sino a 50 mV per il germanio, la energia degli elettroni liberi della regione *N* diventa più grande dell'energia degli elettroni di valenza della regione *P* e di conseguenza la corrente di « tunneling » diminuisce. La diminuzione della corrente di « tunneling », con l'aumento della polarizzazione diretta, dà origine alla caratteristica conduttività negativa che è tipica del diodo tunnel (fig. 2). Aumentando ulteriormente la polarizzazione diretta, 300 mV per il germanio, gli elettroni e i buchi liberi acquistano energia sufficiente per superare la barriera di potenziale della giunzione, nello stesso identico modo di ciò che avviene in un diodo convenzionale. Il « quantum mechanical tunneling », con una frequenza limite

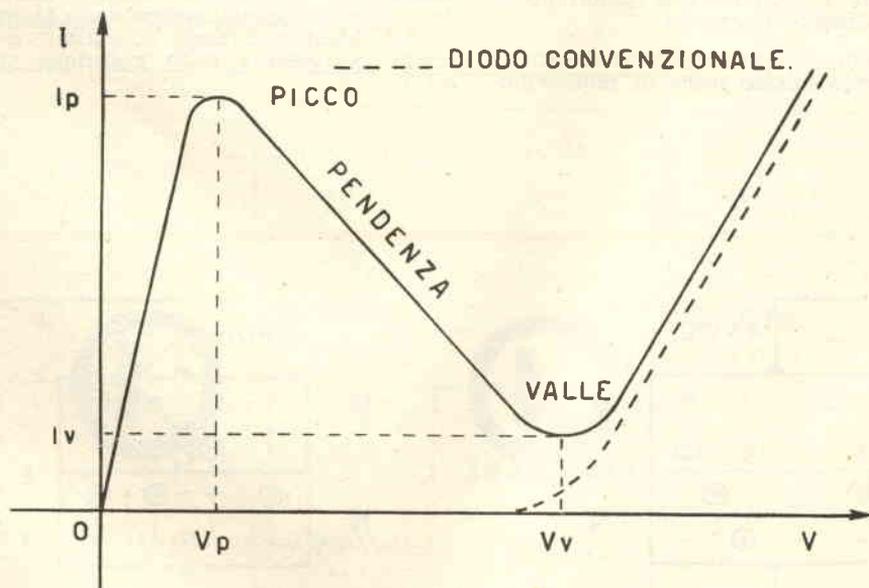



Fig. 2
Caratteristica del diodo tunnel e (tratteggiata) quella del diodo convenzionale.

teorica di 10^7 MHz, è logicamente un meccanismo a frequenza molto più alta di quello drift e a diffusione dei diodi e transistori convenzionali. In pratica, la limitazione di frequenza di un diodo tunnel, è determinata dalle capacità parassite, induttanza e resistenza dei reofori piuttosto che dal meccanismo stesso del « tunneling ». La figura 3) mostra il processo di amplificazione, sfruttando la pendenza negativa della curva caratteristica del diodo tunnel ed è tanto lineare da non richiedere alcun commento.

La resistenza interna del diodo è negativa, in corrente alternata, e si ricava dalla formula:

$$-R_i = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

E' necessario che la resistenza interna dell'alimentatore sia inferiore a $-R_i$, e ciò si può facilmente ottenere impiegando batterie a secco, oppure derivando l'alimentazione da un partitore resistivo con valori ohmici bassi, con in parallelo un condensatore elettrolitico.

Il diodo tunnel, nel confronto con i transistori, presenta indiscussi vantaggi nel campo UHF, come basso rumore (poichè solo rumore è quello dovuto all'effetto mitraglia, shot-effect), bassa capacità, piccole dimensioni, bassa tensione di lavoro, non disgiunte da un costo potenzialmente più basso ed alta stabilità.

Per concludere l'argomento viene riportato lo schema di principio di un preamplificatore UHF e di un oscillatore, nonchè cali-

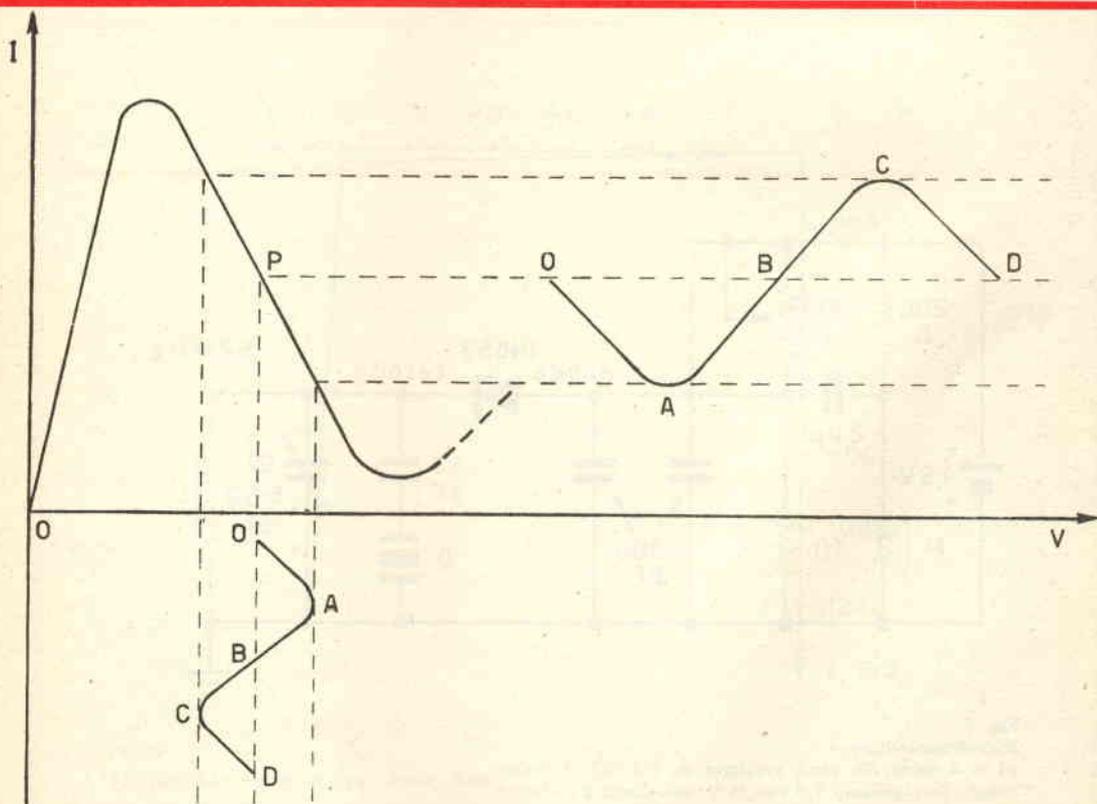



Fig. 3

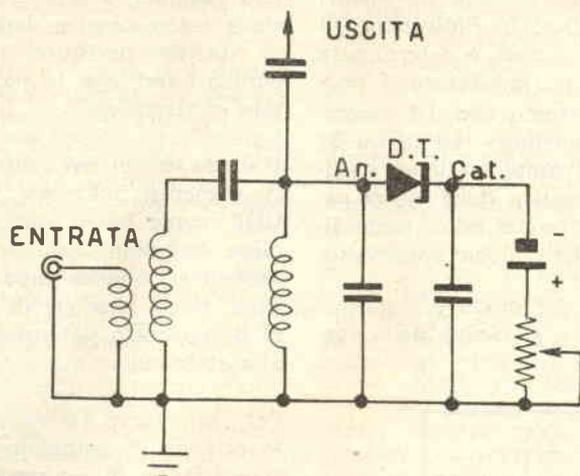



Fig. 4
Preamplificatore UHF (Telefunken)

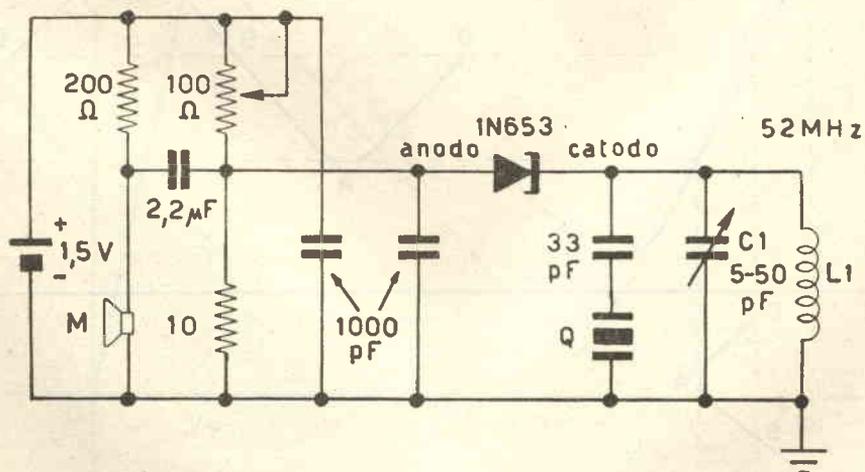



Fig. 5
Microtrasmettitore.
L1 = 4 spire filo rame smaltato da 0,5, ∅ 1,5 cm.
Lungh. avvolgimento 1,5 cm. M = microfono a carbone.

bratore « marker » a radiofrequenza, impieganti, quali elementi attivi, un diodo tunnel.

In fig. 4) è il preamplificatore UHF, il cui schema è dovuto alla Telefunken.

Il microtrasmettitore di fig. 5) impiega un diodo tunnel tipo 1N653 o similare, la modulazione è ottenuta tramite microfono a carbone. La frequenza di risonanza del circuito tank è di 52 MHz; usando un quarzo overtone da 52 MHz, la potenza di uscita è dell'ordine di un milliwatt. Il quarzo, necessario qualora si voglia usare il complesso come marker per calibrature, non è indispensabile al funzionamento dell'oscillatore e nulla impedisce di variare a piacimento la frequenza di risonanza del tank, dimensionando opportunamente L1-C1. La posizione del potenziometro R1 da 100 ohm va accuratamente determinata sperimentalmente in modo da porre il diodo tunnel nella zona centrale della regione negativa, cioè nel tratto lineare. La tensione ottima, letta ai capi della resistenza da 10 ohm, è dell'ordine di 0,2 V e varia da diodo a diodo.

IL DIODO ZENER - Del diodo Zener, conosciamo un po' tutti il normale impiego quale stabilizzatore di tensione, ma ben poco noto è il fatto che la sua caratteristica statica lo rende atto alla amplificazione di potenza sino a frequenze relativamente alte.

In regime statico il diodo Zener è una giunzione la cui tensione di polarizzazione è inversa. La curva caratteristica di un diodo Zener (fig. 6), mostra che la resistenza inversa del diodo rimane quasi costante sino ad un ben determinato valore della tensione inversa di polarizzazione. A questo punto avviene la rottura della resistenza inversa, la quale diminuisce rapidamente, per valori molto piccoli della polarizzazione. Cioè la corrente che attraversa il diodo rimane estremamente bassa (dell'ordine di qualche decina di microampere) sino alla rottura, per aumentare improvvisamente sino a parecchi ampere, per taluni diodi Zener. Questo fenomeno può essere facilmente compreso se il diodo Zener viene pensato come l'equivalente solido del tubo a gas, stabilizzatore di tensione.

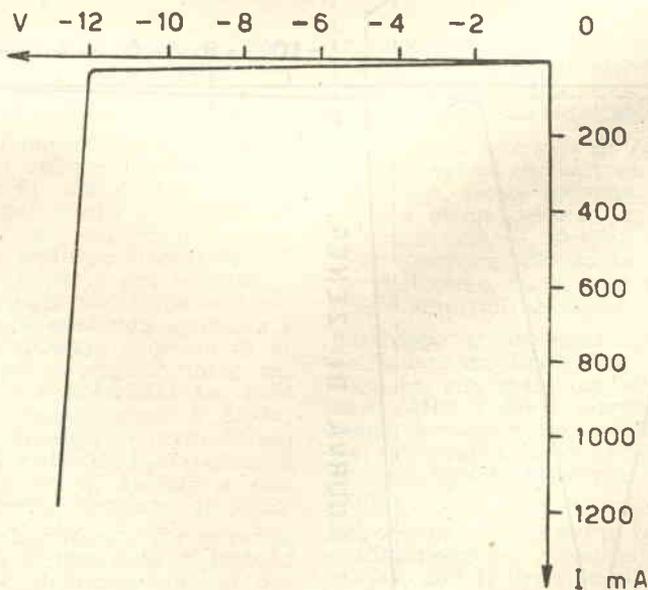



Fig. 6
Caratteristica tipica di un diodo Zener

Fig. 7

TENSIONE A RADIOFRE=
QUENZA APPLICATA

-10 -8 -6 -4 -2 0

P

200
400
600
800
1000
1200
I

TENSIONE IMPULSIVA
AMPLIFICATA

CURVA DI ZENER

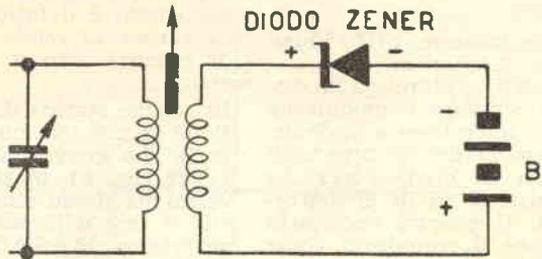
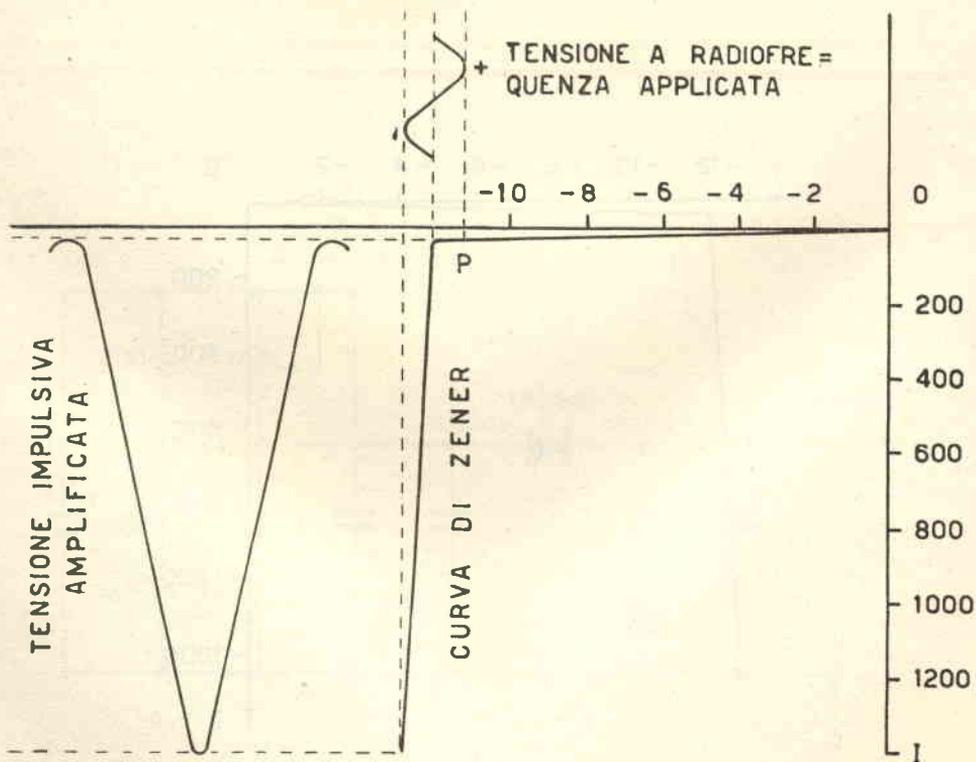



Fig. 8

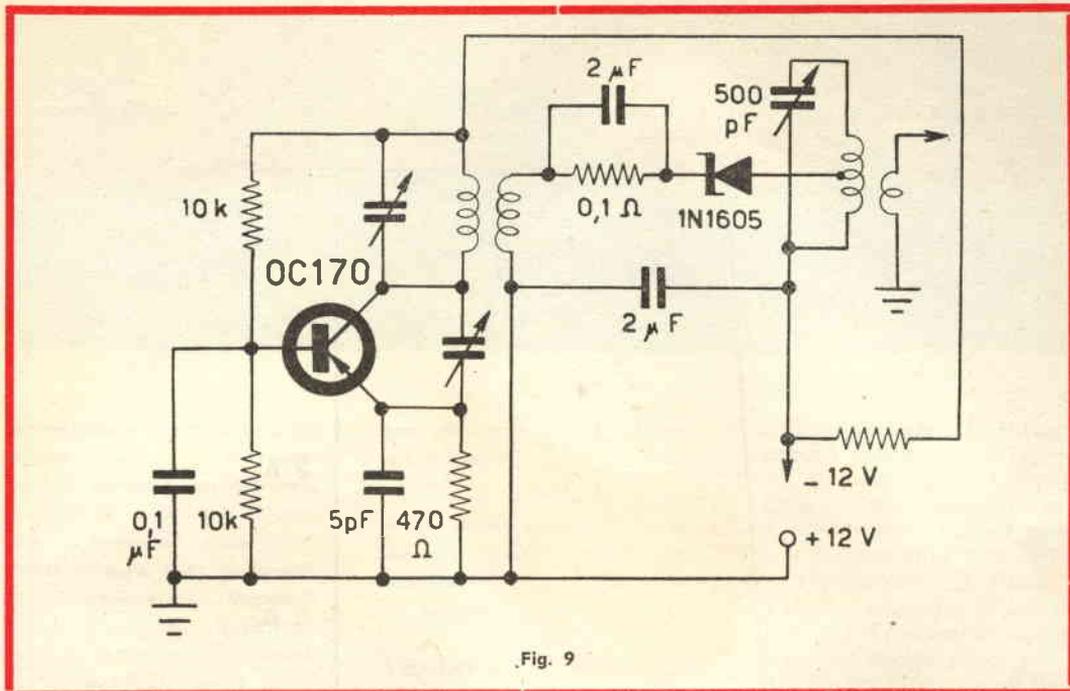



Fig. 9

La tensione di rottura si determina in sede di fabbricazione. Normalmente si costruiscono diodi con tensioni di Zener varianti da pochi volt a diverse centinaia di volt.

Ciò premesso, vediamo il comportamento del diodo Zener in regime dinamico. Supponiamo (fig. 7 e 8), che il diodo Zener venga alimentato nel punto di rottura *P*, dalla batteria *B*, e che una tensione a radiofrequenza faccia oscillare dinamicamente la tensione totale (batteria più tensione a radiofrequenza) su e giù per il punto di rottura. Così, quando la semionda applicata è positiva, questa fa spostare il punto di lavoro del diodo verso la regione meno negativa della tensione di polarizzazione, riducendo la corrente che attraversa il diodo; viceversa la semionda negativa, sommandosi alla tensione della batteria *B*, conduce il diodo verso la regione di rottura e una forte corrente scorrerà attraverso il diodo.

In questo processo la corrente che attraversa il diodo consiste di una serie di impulsi di mezz'onda; cioè il funzionamento dell'amplificatore con diodo Zener è del tutto simile a quello di un amplificatore di potenza a radiofrequenza, in classe « C », a valvole.

L'impedenza d'ingresso dell'amplificatore è molto bassa, quindi per l'accoppiamento tra questo e l'oscillatore si deve necessariamente ricorrere al link. L'impedenza d'uscita è pure molto bassa, infatti l'anodo del diodo Zener va collegato a circa il 6-7% dell'intero avvolgimento dell'autotrasformatore.

La massima corrente di Zener, indicata dal costruttore del diodo, può, in un simile amplificatore, essere largamente superata senza correre alcun pericolo di porre fuori uso il diodo; ciò si spiega osservando che il diodo conduce solo durante un breve periodo dell'intero ciclo a radiofrequenza, con lunghi intervalli di riposo.

Purtroppo la massima frequenza cui può funzionare un diodo Zener in condizioni dinamiche, con buon rendimento, non supera 20-30 MHz, e ciò è dovuto al fatto che il tempo associato con la diffusione dei portatori attraverso la giunzione è notevole, in accordo con il fenomeno della semiconduzione.

Esperienze di laboratorio hanno portato alla realizzazione del trasmettitore che viene riportato con la variante all'oscillatore che in questo caso è del tipo autoeccitato (fig. 9).

Il diodo impiegato è l'1N1605 della International Rectifier, con potenza massima di dissipazione di 10 watt, 12 volt con circa un ampere.

La tensione di eccitazione è di circa 1,5 volt picco-picco.

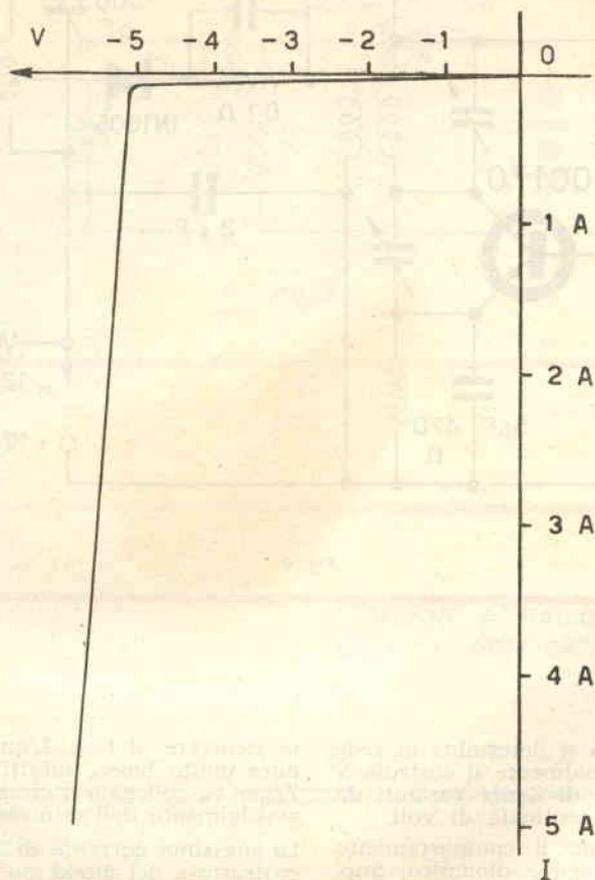



Fig. 10 Andamento della curva caratteristica del diodo Zener 73Z4

Questi i risultati:
Potenza input.: 48 watt, 12 volt e 4 ampere;
Potenza output: 36 watt su 51 ohm;
Temperatura del diodo: 85 °C.

La difficoltà di reperire attualmente diodi Zener con alta dissipazione, dato anche il loro alto costo, ci preclude per il momento la via ad interessantissime realizzazioni. Riporto comunque, a titolo informativo, le caratteristiche nominali di un notevole diodo Zener della Thomson Italiana, il 73Z4:

Tensione di Zener: da 5,5 a 7,5 volt;
Massima corrente di Zener, con aletta di rame: 1,8 ampere;
Sovraccarico della durata di 0,01 sec.: 36 ampere;
Impedenza dinamica: 1,2 ohm;
Massima temperatura alla giunzione: 175°C.
In figura 10) è riportato l'andamento della caratteristica del diodo 73Z4.

Posso garantire che da prove eseguite e con opportuna scelta del diodo con migliore pendenza, anche i diodi a bassa dissipazione della stessa Thomson e della Intermetall, permettono interessanti realizzazioni.

★ Perdurando l'inadempienza dei Signori Inserzionisti alle semplici e cortesemente formulate prescrizioni, e al fine di evitare contestazioni circa cifre, prezzi o sigle indicate, improba decifrazione alla Segretaria o al Linotipista, trascrizioni ecc., si pubblicherà col prossimo numero nelle pagine terminali della Rivista un Modulo RICHIESTA DI INSERZIONE « OFFERTE E RICHIESTE ». I Signori Inserzionisti sono invitati a staccare detto foglio dalla Rivista, a completarlo a macchina a partire dall'★ e inviarlo alla SETEB - BOLOGNA, Via Centotrecento, 18 - Servizio Offerte e Richieste.

Nessun commento è necessario: professione di fedeltà alla Rivista, promessa di abbonamento, elogi, saluti sono inutili in questo servizio.

La Rivista pubblica avvisi anche di Lettori occasionali o di periodici della Concorrenza. Il servizio è gratuito pertanto è limitato ai soli radioamatori che effettuano inserzioni non a scopo di lucro o di commercio.

Inserzioni commerciali sottostanno alle normali tariffe e sono concordate con la nostra sezione Pubblicità.

Nominativi che diano luogo a lamentele da parte di Lettori per inadempienze non saranno più accolti.

Tali norme entrano in vigore il 10 dicembre 1962. Gli avvisi che dopo tale data si discosteranno dalla regola saranno cestinati. ★

VENDO a L. 5.500 o cambio con buon tester una serie di tre medie frequenze ed oscillatore, serie 6 transistori originali giapponesi della NEC, microtrasformatori entrata ed uscita push-pull, microvariabile a due sezioni ed altoparlante; il tutto originale giapponese ed efficiente per la classica super a 6 transistori. Cedo anche a lire 2.900 locomotiva Marklin n. 3000 mai usata. Scrivere ad Avolio Gaetano - Via Amendola, 214 - Afragola (Napoli).

* * *

CEDO al miglior offerente o cambio con materiali di mio gradimento quanto segue: 1 macchina fotografica Agfa-Silett con esposimetro, telemetro, flasch, filtro giallo, paraluce e borsa in pelle - 1 carabina Diana/50, ad aria compressa - 1 Binocolo giapponese, Jupiter 6 x 15 - 1 Corso radio della Scuola « Elettra » - 1 Radioricevitore OM OC FM Fono (senza mobile) - Album per collezione con 2.000 francobolli mondiali - 1 Tester - 1 Provavalvole - 1 Oscillatore - 1 Alimentatore - 1 Saldatore - 2 Microfoni - 1 Altoparlante mm. 50 - 5 Transistori - 3 Diodi - 3 Medie frequenze in miniatura - 2 Trasformatori entrata ed uscita push-pull - 3 Condensatori variabili - 3 Potenziometri - 1 Bobina oscillatrice. Scrivere a Morro Luciano, Via Matteotti, 169, Imperia.

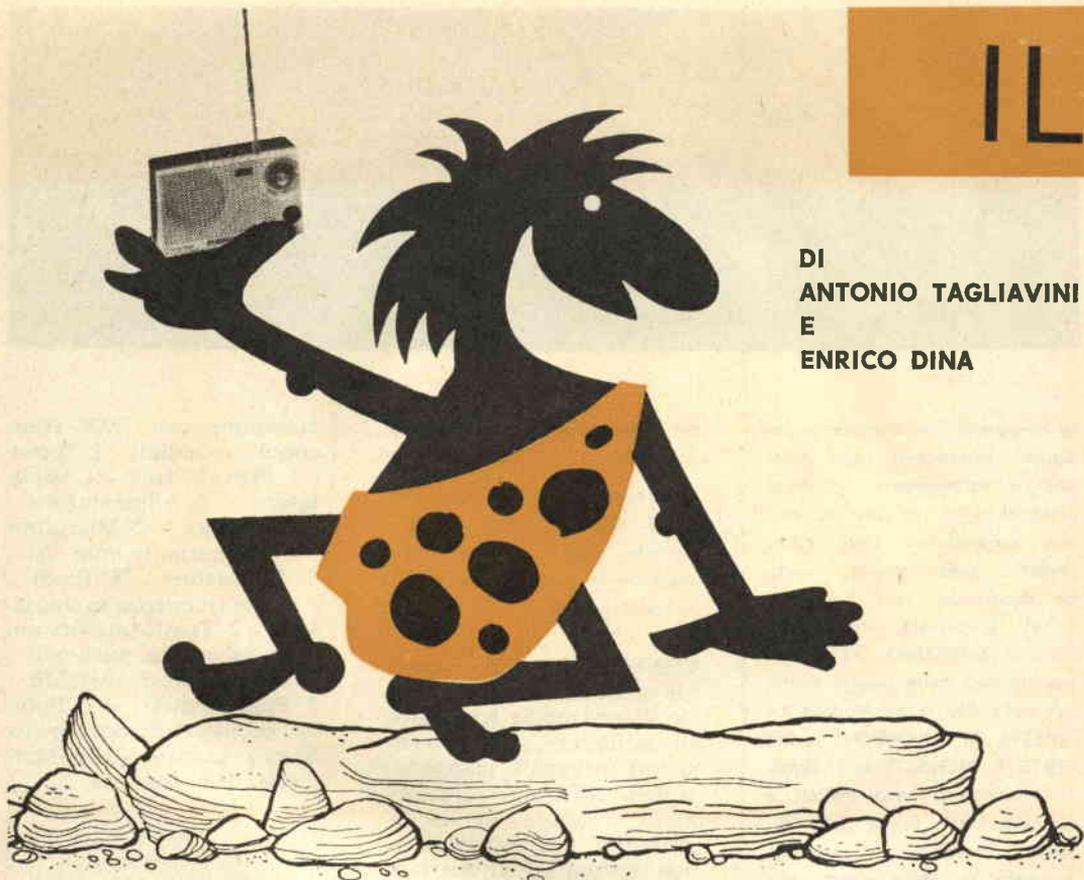
* * *

CAMBIO una 6D6, una 6B8, una 35L6, una 12Q7 e una 12TE8 con due 12SQ7, una 50L6 e una 35Z5. Rivolgersi a Masserelli Loris, Via della Chiesa n. 32, Pontasserchio - Pisa.

* * *

VENDO a causa cessata attività ricevitore Safar 772M alta sensibilità, 7 Gamme dai 15 ai 4000 m. completo di alimentatore CA e CC 6V. e altoparlante a L. 25.000 trattabili; e Trasmettitore 30 watt Gamme 80-40-25-15-10 costruito con pezzi Geloso, valvola finale RL12P35 completo di microfono funzionante a L. 25.000 trattabili - Spedizione in contrassegno. Scrivere a Grazioli Dario, Via Roma - Verdello (Bergamo).

IL

DI
ANTONIO TAGLIAVINI
E
ENRICO DINA

★ **Iuris praecepta** sunt haec: honeste vivere, **alterum non laedere,** suum cuique tribuere. (Ulpiano, 1.10/par. 1 D. de justitia 1,1).

Una giusta e doverosa premessa è necessario fare a questo articolo, che troppo facilmente potrebbe essere criticato o frainteso: ed è cioè il diritto di ciascuno di potere vivere in pace e in tranquillità, senza essere disturbato dall' a volte troppo invadente o intemperante prossimo. E non solo « criminale » si può considerare chi ruba o uccide, ma anche chi, con il volume eccessivo della propria radio o del proprio televisore, toglie la quiete o il riposo al vicino di casa o.. di ombrellone.

L'apparecchio descritto, per la limitatissima potenza è in grado di interferire esclusivamente su apparecchi funzionanti entro uno strettissimo raggio di azione (pochi metri).

L'urbanità e l'educazione dell'eventuale Utente devono far sì che « il disturbatore » venga attivato solo in funzione repressiva per « legittima difesa »; in alcun caso esso potrà essere adoperato come « provocatore » all'innocente e discreto radioascoltatore. In tale ultimo caso l'Utente incorrerebbe nelle sanzioni di legge. ★

Capita, alle volte, di essere assillati dai vicini terribili. Non mi riferisco, con questo, ai soli vicini di casa o ai coinquilini, ma anche e in particolar modo a quegli individui sadico-maleducati che si trovano un po' dappertutto nei luoghi di villeggiatura: sulle spiagge, negli alberghi (agli sfortunati capita sempre di averne qualcuno come vicino di camera!) e perfino nei rifugi alpini.

Sulle spiagge i metodi e gli strumenti usati sinora da questa categoria di persone sono

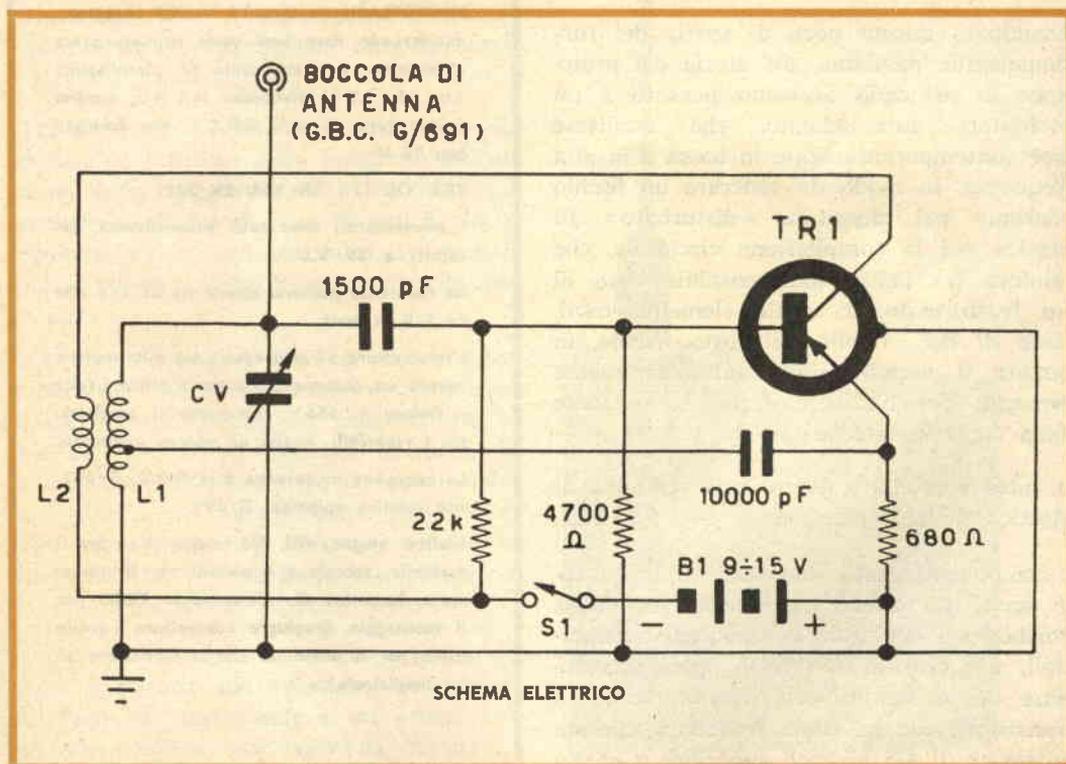
DISTURBATORE

più o meno « classici »: correre fra gli ombrelloni, sollevando nuvole di sabbia, giocare a palla con i rimbalzi calcolati sulle teste dei vari signori e signore stesi pacificamente a prendere il sole. In albergo o in rifugio camminare con gli zoccoli di legno (o gli scarponi chiodati) nella maniera più rumorosa possibile, all'ora del riposino pomeridiano; oppure in piena notte, attingere acqua dall'immancabile rubinetto rumoroso (lasciando scorrere, perchè si rinfreschi!).

Questi i metodi tradizionali, usati al tempo del pionierismo in fatto di sistemi per turbare la pace della gente; ma ora, in un'epoca così tecnicamente progredita, come accontentarsi di sistemi così rudimentali?

Anche i seccatori di professione si sono aggiornati: muniti di stridentissime radio a transistori (sempre naturalmente regolate per il massimo del volume, a cui si accompagna la veramente minima distorsione del 60%) eccoli brulicare per ogni dove, in cerca di vittime, che poco tempo prima credevano di avere trovata la tanto sospirata e necessaria pace.

Anche a noi, nel corso delle nostre tanto sospirate vacanze, è capitato di incontrare, per nostra disgrazia, degli esponenti di questa onnipresente fauna di « seccatori elettronici ». In verità ci è un pochino dispiaciuto che l'oggetto del nostro svago, ovverosia la radio, diventasse, in così poco sa-

SCHEMA ELETTRICO

pienti mani, lo strumento di un simile attentato alla quiete pubbllica: e, da bravi elettronici, abbiamo subito cercato di studiare un sistema per neutralizzare, almeno parzialmente, l'azione di questi maleducatissimi individui.

Ecco quindi 'il disturbatore': in verità non si può parlare di un vero e proprio disturbatore, ma di un disturba-disturbatore, in quantochè disturba il disturbatore che ci disturba. Chiaro, no? (come la notte. - *n. d. r.).*

Il progettino non è altro che un semplice oscillatore sintonizzabile per tutta l'estensione della gamma O.M. Un semplice oscillatore, si, ma impostato con criteri un poco particolari, al fine di irrobustire al massimo il rendimento di oscillazione, e quindi la potenza di uscita. Dall'esame dello schema elettrico si può infatti notare come si sia impiegata una doppia reazione: in parte sul collettore tramite L2, in parte sull'emittore, tramite il condensatore da 10.000 pF collegato alla presa su L1.

Esaminato questo poco di teoria del funzionamento, passiamo alla storia del prototipo: in principio avevamo pensato a un oscillatore automodulato, che oscillasse cioè contemporaneamente in bassa e in alta frequenza, in modo da generare un fischio continuo nel ricevitore « disturbato ». In pratica poi la compilazione circuitale, che rendeva tra l'altro indispensabile l'uso di un trasformatorino quale elemento oscillante di B.F., risultò del tutto inutile, in quanto il fischio veniva automaticamente generato per battimento con la portante della stazione interferita.

Il tutto è montato dentro una scatolina di plastica delle dimensioni di cm. 4 x 4 x 2,3.

I componenti usati sono stati accuratamente scelti per avere un minimo ingombro. Poichè, per impiegare componenti commerciali, si è dovuta mettere in opera una bobina di oscillatore per supereterodine a transistori, che ha come frequenza minima un limite di 475 kilocicli superiore a quello inferiore dalla gamma O.M., è stato necessario porre in parallelo al condensatore variabile di sintonia un condensatore di fondo di 220 pF, che permette così la copertura di una maggior parte della gamma

ELENCO E DISCUSSIONE DEI COMPONENTI

L1/L2: bobina di oscillatore per supereterodine a transistori, di produzione giapponese (ricambio per Sony, Sanyo ecc.) o nazionale (G.B.C., Parker ecc.).

CV: condensatore variabile e dielettrico polivinilico, da 500 picofarad. Nel prototipo è stato impiegato un Ducati subminiatura da 150 + 150 pF, connettendo in parallelo le due sezioni, ed in più un condensatore fisso da 220 pF (vedi testo).

B1: Batteria per radio a transistori o per PHOTOFLASH da 9 a 15 V. Nel prototipo, desiderando dare una veste miniaturizzata all'assieme, è stata usata la piccolissima (cm. 3 x 1,2 !) Hellesens H 4 (in vendita presso tutte le sedi G.B.C.), che fornisce ben 15 V.

TR1: OC 170, 2N 384, 2N 247.

I condensatori sono tutti subminiatura, ceramici a 25 V.L.

Le resistenze possono essere sia da 1/4 che da 1/8 di watt.

L'interruttore S1 può essere un microswitch ovvero un comune deviatore a slitta (Teko o Geloso n. 666): comunque si sceglierà, tra i reperibili, quello di minore ingombro.

La boccolina di antenna è la G.B.C. G/691, con relativo spinotto, G/692.

Inoltre: stagno, viti, filo, manopolina per il variabile, zoccolo a 4 piedini per il transistore, basettina di micromodulo TEKO per il montaggio, involucro contenitore (quello usato per il prototipo era la confezione di un medicinale).

O.M. Se comunque le emittenti della zona trasmettessero nella parte « bassa » della gamma e non si riuscisse a raggiungerle, tale capacità potrà essere leggermente aumentata.

Occorrerà particolare cura nel collegamento della bobina: 1) badare che la parte di L1 che va dalla presa per il condensatore di emettitore alla massa sia quella a minor numero di spire (e quindi quella che presenta una minore resistenza ohmica);

2) provare, una volta terminato il montaggio, ed anche se il tutto dovesse apparentemente funzionare, a invertire i capi di L2, in modo da ottenere la resa maggiore.

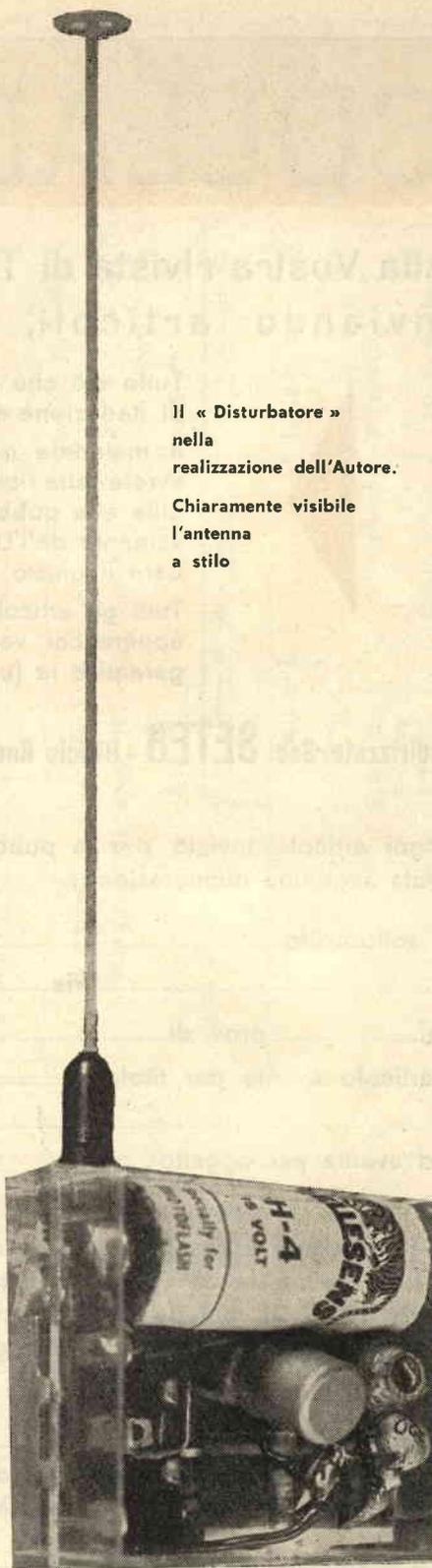
A questo punto si potrà obiettare che, con il crescente aumento che hanno avuto le radio portatili a modulazione di frequenza, può capitare il caso sfortunato di incontrare un « seccatore ad onde ultracorte », e perciò invulnerabile dal nostro « disturbatore ». Abbiamo invece constatato, con stupore, che le armoniche hanno un'efficienza paragonabile a quella della portante, e arrivano bene sino a 100 e passa megacicli, coprendo senza interruzione tutta la banda a F.M.: più di così!

L'efficienza del nostro apparecchietto antiseccatori è funzione della lunghezza dell'antenna. Nella maggioranza dei casi basta uno spezzoncino di filo di circa 50 cm. E' anche redditizia un'antenna costituita dal proprio corpo: ciò si ottiene toccando l'uscita con un dito.

Naturalmente non si speri di potere zittire il portatile del vicino seccatore durante un pic-nic sotto l'antenna del trasmettitore locale da 100 kW (ne bastano di meno, ve lo assicuriamo!). Zone ove il nostro elaborato può servire egregiamente sono la riviera romagnola e la Versilia, servite da trasmettitori piuttosto lontani, e quindi con un « campo » particolarmente debole.

Si ricordi che, nonostante la minima potenza e portata del 'disturbatore', dovremo farne un uso simile a un arma: *solo ed esclusivamente* per legittima difesa!

Il « Disturbatore » nella realizzazione dell'Autore.

Chiaramente visibile l'antenna a stilo

COLLABORATE

Alla Vostra rivista di TECNICA ELETTRONICA inviando articoli, schemi, fotografie.

Tutto ciò che invierete sarà esaminato dal Collegio di Redazione e, se ritenuto idoneo, verrà pubblicato.

Il materiale non accettato vi sarà restituito se ne avrete fatta richiesta, mentre per quanto possa essere utile alla pubblicazione verrete interpellati preventivamente dall'Ufficio di Amministrazione per concordare il giusto compenso dovutoVi.

Tutti gli articoli aventi per oggetto la costruzione di apparecchi vengono controllati tecnicamente onde garantire la funzionalità degli stessi.

Indirizzate: Soc. SETEB - Ufficio Redazione - Via Centotrecento, 18 - Bologna

Ogni articolo inviato per la pubblicazione deve essere accompagnato dalla seguente dichiarazione:

Il sottoscritto .... abitante

a .... via .... n. ....

tel. .... prov. di .... dichiara alla SETEB che

l'articolo avente per titolo ....

....

ed avente per oggetto ....

....

è stato ideato e realizzato dal sottoscritto e pertanto solleva da qualsiasi responsabilità la SETEB per quanto possa riferirsi a plagio o qualsiasi altro diritto in materia di costruzione tecnica, dichiarandosi unico ed esclusivo autore dell'articolo in oggetto.

(firma per esteso)

....

Qualora l'articolo fosse opera di due o più persone, il testo sarà scritto al plurale e la dichiarazione dovrà recare la firma di tutti gli interessati.

ABBONATEVI!

Il miglior sistema per non perdere il progetto che attendevate è **acquistare tutti i numeri** della Rivista.

Indicare a tergo la causale del versamento

Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni
SERVIZIO DEI CONTI CORRENTI POSTALI

CERTIFICATO DI ALLIBRAMENTO

Versamento di L. ____

eseguito da ____

residente in ____

via ____

sul c/c N. **8/9081** intestato a:

S. E. T. E. B. s. r. l.
Via Centotrecento, 18 - BOLOGNA

Addì (1) ____ 19____

Bollo lineare dell'Ufficio accettante

Bollo a data dell'Ufficio accettante

N. ____ del bollettario ch. 9

Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni
SERVIZIO DEI CONTI CORRENTI POSTALI

BOLLETTINO per un versamento di L. ____ (in cifre)

Lire ____ (in lettere)

eseguito da ____

residente in ____

via ____

sul c/c N. **8/9081** intestato a: **S. E. T. E. B. s. r. l.**
Via Centotrecento, 18 - BOLOGNA

Addì (1) ____ 19____

Firma del versante

Bollo lineare dell'ufficio accettante

Tassa di L. ____

Bollo a data dell'Ufficio accetante

Cartellino del bollettario

L'Ufficiale di Posta

Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni
SERVIZIO DEI CONTI CORRENTI POSTALI
RICEVUTA di un versamento

di L. ____ (in cifre)

Lire ____ (in lettere)

eseguito da ____

sul c/c N. **8/9081** intestato a:

S. E. T. E. B. s. r. l.
Via Centotrecento, 18 - BOLOGNA

Addì (1) ____ 19____

Bollo lineare dell'Ufficio accettante

Tassa di L. ____

numerato di accettazione

L'Ufficiale di Posta

Bollo a data dell'Ufficio accettante

(La presente ricevuta non è valida se non porta nell'apposito spazio il cartellino gommato e numerato)

(1) La data dev'essere quella del giorno in cui s'effettua il versamento

ABBONATEVI!

Causale del versamento:

Abbonamento per un anno L. 2.000

Numeri arretrati di "Costruire Diverte,,:

Anno 1 N/ri ....

Anno 2 N/ri ....

Anno 3 N/ri ....

....

Parte riservata all'Ufficio dei conti correnti

N.______ dell'operazione.
Dopo la presente operazione il credito del conto è di L. ______

IL VERIFICATORE

....

AVVERTENZE

Il versamento in conto corrente è il mezzo più semplice e più economico per effettuare rimesse di denaro a favore di chi abbia un c/c postale.

Chiunque, anche se non è correntista, può effettuare versamenti a favore di un correntista. Presso ogni Ufficio postale esiste un elenco generale dei correntisti, che può essere consultato dal pubblico.

Per eseguire i versamenti il versante deve compilare in tutte le sue parti a macchina o a mano, purchè con inchiostro, il presente bollettino (indicando con chiarezza il numero e la intestazione del conto ricevente qualora già non vi siano impressi a stampa) e presentarlo all'Ufficio postale, insieme con l'importo del versamento stesso.

Sulle varie parti del bollettino dovrà essere chiaramente indicata, a cura del versante, l'effettiva data in cui avviene l'operazione.

Non sono ammessi bollettini recanti cancellature, abrasioni o correzioni.

I bollettini di versamento sono di regola spediti, già predisposti, dai correntisti stessi ai propri corrispondenti; ma possono anche essere forniti dagli Uffici postali a chi li richieda per fare versamenti immediati.

A tergo dei certificati di allibramento i versanti possono scrivere brevi comunicazioni all'indirizzo dei correntisti destinatari, cui i certificati anzidetti sono spediti a cura dell'Ufficio Conti Correnti rispettivo.

L'Ufficio postale deve restituire al versante, quale ricevuta dell'effettuato versamento, l'ultima parte del presente modulo, debitamente completata e firmata.

Somma versata per:

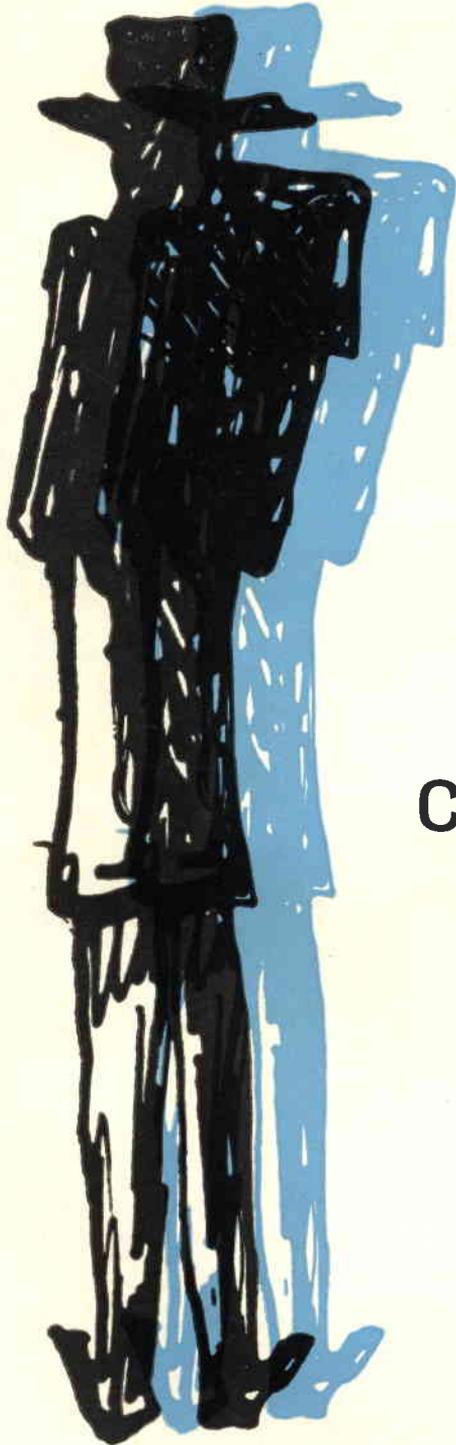
Abbonamento L. ....

Numeri arretrati di "Costruire Diverte,,:

Anno 1 N/ri ....

Anno 2 N/ri ....

Anno 3 N/ri ....

Totale L. ....

NON AVETE ANCORA CAPITO

che è un affare abbonarsi a Costruire Diverte?

L'abbonamento per un anno costa solo L. 2.000